

건설용 모래 공급사슬관리(SCM) 방안 - 바다모래 가치 재산정을 중심으로

Supply Chain Management (SCM) Strategies of Construction Sand
- Focusing the re-estimation of the value of sea sand

2018. 12.

이언경 | 장정인 | 강무홍



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

연구진	 	이언경 한국해양수산개발원 항만물류연구본부 부연구위원 장정인 한국해양수산개발원 정책동향연구본부 부연구위원 강무홍 한국해양수산개발원 항만물류연구본부 전문연구원
------------	----------	--

보고서 집필 내역	 	
연구책임자	 	이언경 연구총괄, 제1장, 제2장 제3절~제4절, 제4장, 제6장, 제7장, 제8장 제1절, 제2절 일부

연구진	 	장정인 제5장, 제8장 제2절 일부 강무홍 제2장 제1절~제2절, 제3장
------------	----------	---

산·학·연·정 연구자문위원	 	최상균 그린머티리얼 대표 정태수 고려대학교 교수 손규희 해양환경관리공단 차장 신형기 해양수산부 사무관 박보흠 해양수산부 주무관
-----------------------	----------	--

※ 순서는 산·학·연·정 순임

발간사

현재 선진국은 바다모래 채취에 따른 환경문제 인식 강화로 바다모래 채취량이 지속적으로 감소추세이나, 우리나라는 2008년 남해·서해 배타적경제수역(EEZ) 내 골재채취 단지 지정 이후 바다골재 채취비중이 지난 10년간 꾸준히 증가했다. 이로 인하여 일본, 영국 등 선진국은 총 골재 중 바다모래 비중이 3% 내지 5% 수준에 불과한 데 반해 우리나라는 2017년 기준 11% 수준인 것에 대해 문제가 제기되었다.

이에 정부는 골재수급안정화 대책에서 2022년까지 총 골재에서 바다모래가 차지하는 비중을 11%에서 선진국 수준인 5% 수준으로 감축할 것을 밝혔다. 하지만 정부의 골재수급안정화 대책에 대해 골재업계는 건설 모래가 수요대비 공급량이 부족한 상황에서 바다모래 공급 비중을 급격하게 줄이는 것은 문제라고 불만을 토로하고 있다.

한편 일본, 영국 등 선진국들은 바다모래를 저가격으로 쓸 수 있는 양질의 건설재료가 아니라 미래 세대에게 물려줘야 하는 아름다운 바다경관 보전과 재해로부터 우리를 보호하는 중요한 자원으로 인식하고 있다. 이에 선진국들은 바다모래 채취허가를 엄격하게 규제하고 있을 뿐만 아니라 환경영향평가 및 이해관계인 의견 수렴 등을 통한 바다모래 채취 가이드라인을 설정하고 있다. 이러한 세계 추세에 맞추어 우리나라도 바다모래 채취에 대한 찬반 대립보다는 바다모래 가치를 제

대로 평가하여 가격을 현실화하고, 건설현장의 모래가 원활하게 공급 되도록 대체재 개발 및 공법 개선 등이 필요한 시점이라 판단된다.

그런데 정부가 골재수급 안정대책을 발표했지만 환경보전 차원에서 바다모래 채취 금지, 순환골재 등의 대체재 개발 방법, 모래수입 대상국 검토 및 공급 방안 등에 대한 체계적인 연구 및 검토, 제도적 뒷받침이 미흡한 편이었다. 이러한 상황에 바다모래 가치를 재산정하고, 바다모래 감축분에 따른 대체자원 물동량을 파악하고, 공급사슬 관점의 공급 방안을 마련한 이 연구는 정책 연구로서 의의가 있다고 판단된다.

이 연구를 계기로 향후 바다모래 채취로 인해 발생하는 환경피해에 대한 사회적 비용을 평가하고 바다모래 채취가 환경에 미치는 영향에 대한 과학적인 규명자료들을 기반으로 적정한 바다모래 채취량 설정 및 바다 환경 복원 프로그램이 시행되었으면 한다. 이를 위해서는 해양수산부, 국토교통부 등 관련 부처가 모래 수요량뿐만 아니라 생태환경 두 가지를 모두 고려한 정책을 수립하고 체계적이고 단계적으로 바다모래 감축 및 대체자원의 공급방안을 마련하며, 바다모래를 포함한 건설용 모래의 통합관리를 해야 할 것으로 판단된다.

또한 본 연구에서 제안된 바다모래 채취관련 부담금과 사용료 등의 경제적 유인제도의 개선은 공유재인 바다모래 이용의 환경비용 부담과 바다모래 이용에 대한 대가를 지불하도록 함으로써, 바다모래에 대한 과다 이용을 완화하고 지속가능한 자원이용을 도모하는 데 기여할 것으로 판단된다.

끝으로 이 연구의 책임을 맡은 항만물류연구본부의 이연경 부연구위원과 연구진인 장정인 부연구위원, 강무홍 전문연구원의 노고에 깊은 감사를 표한다. 아울러 이 연구에 자문과 조언을 아끼지 않은 최상균 그린머티리얼 대표, 정태수 고려대학교 교수, 손규희 해양환경관리공단 차장, 신형기 해양수산부 사무관, 박보흠 해양수산부 주무관께 깊은 감사를 드린다. 끝으로 이 보고서의 감리를 맡아 적절한 지적과 조언으로 완성도를 높여 주신 우리 원의 이성우 본부장과 이 보고서가 출판되기까지 도움을 주신 모든 분께 이 자리를 빌려 감사를 드린다.

2018년 12월
한국해양수산개발원
원장 양 창 호

목차

❖ 요약 · i

❖ Executive Summary · vii

제 1 장 서 론 · 1

제1절 연구의 배경	1
1. 연구 배경 및 필요성	1
2. 선행연구 분석	5
제2절 연구의 목적	8
제3절 연구범위 및 방법	10
1. 연구의 범위	10
2. 연구의 방법론	11

제 2 장 건설용 모래 공급·사용 분석 · 13

제1절 건설용 모래 개요	13
1. 건설용 모래 종류 및 특징	13
2. 건설용 모래 관리제도 현황	17
제2절 건설용 모래 수급 현황	23
제3절 국내 바다모래 물류 경로	29
1. 바다모래 기종점	29
2. 모래운반선 등록 현황	34
3. 바다모래 물류 프로세스	35

	제4절 수입모래 공급 특징 및 물류 경로	38
	1. 글로벌 모래 시장 분석	38
	2. 글로벌 모래 수급 불균형 원인	42
	3. 수입모래 물류 프로세스	48

제 3 장	바다모래 의존도 높은 이유 분석 · 51
제1절 바다모래 가격 구조 분석	51
제2절 바다모래 공급 비중 변화	54
1. 국내 바다모래 사용 동기 및 비중 변화	54
2. 국외 바다모래 채취 동향	57
3. 국내외 바다모래 사용 비중 비교	63
제3절 바다모래 관련 이해관계자의 의견 분석	65
제4절 국내의 바다모래 의존도 높은 이유 분석	70

제 4 장	바다모래 이용에 관한 국민 의식조사 · 73
제1절 설문조사 개요	73
1. 설문지 설계	73
2. 설문조사 개요	75
3. 조사 항목	76
제2절 바다모래 이용에 관한 국민 의식 조사 결과	77
1. 바다모래 채취 문제 인지	77
2. 바다모래 적정 가격 수준 및 가격 항목	80
3. 대체골재 사용	81
4. 바다모래 채취 관리	84
5. 바다모래 이용에 관한 대국민 의식 조사 결과	88

제 5 장	바다모래 가치 평가 · 91
--------------	------------------------

제1절 바다모래 이용의 환경비용 검토	91
제2절 바다모래의 자원가치 평가	93
1. 개요	93
2. 바다모래 자원의 가치평가 설계	98
3. 실증분석 결과	107
4. 분석 결과의 요약 및 시사점	110
제3절 관련 부담금 및 사용료 체계 적용 방안	110
1. 관련 제도 현황	110
2. 현행 제도의 문제점	111
3. 제도 개선 방안	113
4. 바다모래 가치의 제도 적용방안	114

제 6 장 대체모래 공급량 분석 · 119

제1절 건설용 모래 수요 전망	119
1. 골재 수요 전망	119
2. 바다모래 수요 전망	121
제2절 골재 다변화 통한 모래 공급계획	122
1. 대체 모래 종류	122
2. 정부의 골재원 다변화를 통한 모래 공급계획	124
제3절 천연모래 및 부순모래 공급 가능성	126
1. 천연모래 부존량	126
2. 천연모래(육상, 하천, 산림모래) 공급 가능성	128
3. 부순모래 공급 가능성	131
4. 천연모래 및 부순모래 공급 가능성 종합	132
제4절 기타모래 공급 가능성 분석	133
1. 준설토 공급 가능성 분석	133
2. 수입모래 공급 가능성 분석	135
3. 북한모래 공급 가능성 분석	137
4. 순환골재(모래) 공급 가능성 분석	140

5. 슬래그 골재(모래) 공급 가능성 분석	145
6. 기타모래 공급 가능성 분석 종합	151
제5절 대체모래 공급 가능성 분석	152

제 7 장	대체모래 공급 원활화 및 공급사슬관리 방안 · 155
제1절 모래 사용 공법 변경 기술 개발	155
1. 항만 기초 공사 공법 개선(모래→시멘트)	155
2. 복토 공법 변경(모래→자갈)	157
제2절 항만공사 공정별 재료 변경	158
1. 항만공사 유형별 골재 사용 종류	158
2. 항만공사 공정별 모래 사용 비중	159
3. 항만공사 재료변경(모래→준설토·순환골재·슬래그 활용)	160
4. 항만공사 재료변경을 통한 바다모래 감축량(추정)	161
제3절 순환골재 기술 개발 및 품질 관리	162
제4절 수입모래 반입 환경 개선	169
제5절 건설모래의 공급사슬관리 방안	172

제 8 장	결론 및 정책제언 · 177
제1절 결론	177
1. 요약 및 결론	177
2. 연구의 한계점 및 향후 추진방향	184
제2절 정책제언	186
1. 생태환경 전주기 고려한 바다모래 채취 가이드라인 마련	186
2. 항만공사에 준설토 활용 확대	190
3. 바다모래 관리 일원화	193
4. 바다모래 채취에 대한 부담금(해양생태계보전협력금) 개선방안 ...	196
5. 바다모래 채취에 대한 사용료(공유수면 점용료·사용료) 개선방안 ...	198

	6. 바다모래 채취 복구방안 마련 및 대체복원 프로그램 개발 199
	7. 공급사슬(Supply Chain)상의 건설용 모래 통계 관리 200

❖	참고문헌 · 205
---	-------------------

❖	부록 · 215
	1. 설문조사지 214
	2. EEZ 골재채취단지 220
	3. CVM 추정모형 222

표 목차

❖	
〈표 1-1〉 선행연구 종합	6
〈표 1-2〉 선행연구와 본 연구의 차별성	8
〈표 1-3〉 연구방법론	12
〈표 2-1〉 골재 종류 및 특징	13
〈표 2-2〉 골재 규격 및 용도	15
〈표 2-3〉 골재 품질기준(콘크리트용)	16
〈표 2-4〉 골재 품질기준(아스팔트 콘크리트용)	16
〈표 2-5〉 골재채취법 장별 주요 내용	18
〈표 2-6〉 광업법 장별 주요 내용	20
〈표 2-7〉 해양환경관리법 장별 주요 내용	21
〈표 2-8〉 모래채취 행위에 대한 규제 조항	22
〈표 2-9〉 제5차 계획기간(2014~2018) 건설투자 전망	23
〈표 2-10〉 제5차 계획기간(2014~2018) 지역별 건설투자 전망	24
〈표 2-11〉 제5차 계획기간(2014~2018) 중 골재수요 전망	25
〈표 2-12〉 제5차 계획기간(2014~2018) 중 지역별 골재수요 전망	25
〈표 2-13〉 제5차 계획기간의 골재원별 공급계획(안)	27
〈표 2-14〉 제5차 계획기간의 골재 공급 계획(안) - 모래	28
〈표 2-15〉 바다모래의 기종점 항만 물동량(2012년 기준)	30
〈표 2-16〉 모래 EEZ의 출항 물동량 변화(2015~2017년 기준)	30
〈표 2-17〉 항만별 모래의 입항 물동량 변화(2015~2017년)	31
〈표 2-18〉 항만별 모래의 입출항 실적표(2017년 기준)	32
〈표 2-19〉 모래의 항만별·권역별 기종점 비율(2012년 기준)	33
〈표 2-20〉 모래의 항만별·시도별 기종점 비율(2012년 기준)	34
〈표 2-21〉 모래채취선 및 모래운반선 등록 현황(2017년 기준)	35

〈표 2-22〉 모래 채취의 긍정적인 영향	44
〈표 2-23〉 모래 채취의 부정적인 영향	46
〈표 3-1〉 국내 바다골재 채취 업체현황 및 공급가	52
〈표 3-2〉 국내 연안 바다모래 채취 원가 분석(A사의 경우)	52
〈표 3-3〉 국내 EEZ 채취 모래 가격 분석(B사의 경우)	53
〈표 3-4〉 일본 바다모래 가격	54
〈표 3-5〉 국내 골재 수요 계획 및 공급 실적	55
〈표 3-6〉 국내 연안 및 EEZ(서해, 남해) 바다모래 공급 비중	57
〈표 3-7〉 일본 골재 수요 및 공급량	58
〈표 3-8〉 일본 전체 골재 채취량	59
〈표 3-9〉 일본 지역별 골재 채취량	59
〈표 3-10〉 일본 모래 수출입 통계	60
〈표 3-11〉 유럽 및 미국 국가별 바다골재 채취현황(2016년, 단위: m ³)	61
〈표 3-12〉 10년간 유럽 국가별 바다골재 채취 추이	62
〈표 3-13〉 한국 및 일본 바다모래 채취량 및 비중 비교	63
〈표 3-14〉 한국 및 타국가별 인구 1인당 바다모래 채취량(2015년 기준)	64
〈표 3-15〉 바다모래 채취 반대 의견 종합	68
〈표 3-16〉 바다모래 채취 찬성 의견 종합	69
〈표 3-17〉 국내 바다모래 의존 이유	71
〈표 4-1〉 국내 바다모래 관련 문제점	74
〈표 4-2〉 설문조사 대상	76
〈표 4-3〉 바다모래 채취에 대한 국민의식 조사 항목	76
〈표 5-1〉 바다모래 채취의 외부효과 추정 사례	93
〈표 5-2〉 바다모래 자원의 생태계서비스 유형	95
〈표 5-3〉 TEEB의 생태계서비스 분류체계에 식별된 골재자원의 서비스 유형	96
〈표 5-4〉 바다모래 자원의 생태계서비스 가치	97
〈표 5-5〉 바다모래의 기능에 대한 중요도 평가 결과	105
〈표 5-6〉 응답자 정보	106
〈표 5-7〉 모형 추정 결과	107
〈표 5-8〉 바다모래의 가구당 평균 WTP 추정결과	108

〈표 5-9〉 바다모래의 총 비시장가치 추정결과	109
〈표 5-10〉 바다모래의 기능에 대한 중요도 평가 결과	109
〈표 5-11〉 바닷모래 채취 관련 사용료 및 부담금 체계	112
〈표 5-12〉 골재채취 관련 부과 체계 개선 방안	113
〈표 5-13〉 부과목적과 부과원칙	114
〈표 5-14〉 부담금 및 사용료의 부과대상 유형	115
〈표 5-15〉 해사채취에 따른 부담금 요율 산정 시 고려 요인	116
〈표 5-16〉 해사채취에 따른 부담금 요율 산정 시 부과 기준(안)	117
〈표 5-17〉 바다모래 채취 행위 부담금 및 사용료 산정기준	118
〈표 6-1〉 국내 경제 및 건설투자 전망(2018~2021년)	119
〈표 6-2〉 골재수요 계산식	120
〈표 6-3〉 골재 및 모래 수요 전망치(2018~2022년)	121
〈표 6-4〉 바다모래 수요 전망치(2018~2022년)	122
〈표 6-5〉 바다모래 대체골재 목록	123
〈표 6-6〉 바다모래 수요 전망치(2018~2022년)	125
〈표 6-7〉 바다모래 누적 감축량(2018~2022년)	126
〈표 6-8〉 골재자원 부존량 및 모래 채취 가능량	127
〈표 6-9〉 부순모래 신고 공급량 및 비중	132
〈표 6-10〉 천연모래 및 부순모래의 매년 증산량 목표(2018~2022년)	133
〈표 6-11〉 준설토 공급 가능 여부	135
〈표 6-12〉 기타모래에 대한 수입모래 공급 가능성	137
〈표 6-13〉 기타모래에 대한 북한모래 공급 가능성	139
〈표 6-14〉 북한모래 원가(2008년 기준)	140
〈표 6-15〉 순환골재와 천연골재의 품질기준 비교	142
〈표 6-16〉 건설폐기물 중간처리 실적 현황	142
〈표 6-17〉 건설폐기물 중간처리 업체 기술능력 현황	143
〈표 6-18〉 재활용 용도별 순환골재 생산·판매 현황(2015년 기준)	144
〈표 6-19〉 기타모래 중 순환골재 공급 가능성	145
〈표 6-20〉 고로 슬래그 발생량 및 재활용 비율	146
〈표 6-21〉 전기로 산화 슬래그(제강) 발생량 및 재활용 비율	147

〈표 6-22〉 용융 슬래그 발생량 및 재활용 비율	150
〈표 6-23〉 슬래그 모래 공급 가능량	151
〈표 6-24〉 기타모래 중 순환골재 공급 가능성	152
〈표 6-25〉 대체모래 공급 가능성	152
〈표 6-26〉 대체모래 공급가능성 분석	153
〈표 7-1〉 주요 항만별·공정별 바다모래 사용 비율(추정치)	159
〈표 7-2〉 바다모래 대체골재 사용 가능성	160
〈표 7-3〉 항만공사에서의 바다모래 사용량(추정치)	161
〈표 7-4〉 항만별 바다모래 사용량(추정치)	162
〈표 7-5〉 콘크리트용 순환골재 제조과정	164
〈표 7-6〉 JIS에 따른 순환골재 품질	167
〈표 7-7〉 ACRAC의 품질감독기준 내용	168
〈표 7-8〉 모래수입 가능량	170
〈표 8-1〉 바다모래 환경영향 평가 조사 항목 및 채취 가이드라인	187
〈표 8-2〉 해외의 바다모래 채취 금지구역 설정	188
〈표 8-3〉 수저준설토사 유효활용기준 등 규정 개정 추진	193
〈표 8-4〉 골재채취법 개정 추진	197
〈표 8-5〉 사용료 및 부담금의 부과 산식 개선안	198

그림 목차



〈그림 1-1〉 바다모래 감축에 따른 모래물류 지도 변화	10
〈그림 2-1〉 바다모래의 수급 행정 체계도	19
〈그림 2-2〉 바다모래 물류프로세스	36
〈그림 2-3〉 일본 골재의 상적 유통 구조	37
〈그림 2-4〉 일본 골재의 물류 프로세스	37
〈그림 2-5〉 일본 모래 물류 프로세스	38
〈그림 2-6〉 모래 분류	39
〈그림 2-7〉 모래 주요 생산국	40
〈그림 2-8〉 모래 주요 수출국	41
〈그림 2-9〉 모래 주요 수입국	41
〈그림 2-10〉 수입모래 물류프로세스	48
〈그림 3-1〉 국내 바다모래 공급량 및 비중 변화	56
〈그림 3-2〉 국내 바다모래 공급량 및 비중 변화	62
〈그림 3-3〉 한국 및 타국가별 인구 1인당 바다모래 채취량 비교(2015년 기준)	65
〈그림 4-1〉 바다모래 채취 인지 여부	77
〈그림 4-2〉 바다모래 채취량 감축의 필요성	78
〈그림 4-3〉 바다모래 채취의 부정적 영향	79
〈그림 4-4〉 바다모래 채취로 인한 영향 지역	79
〈그림 4-5〉 바다모래 적정가격 수준	80
〈그림 4-6〉 바다모래 가격에 부과해야 되는 비용	81
〈그림 4-7〉 항만 준설토 사용의 필요성	82
〈그림 4-8〉 건설 공법에 대한 기술개발 필요성	83
〈그림 4-9〉 순환골재 사용 필요성	83
〈그림 4-10〉 순환골재 이용한 건축물 거주 의향	84

〈그림 4-11〉 바다모래 민간 사용 금지 필요성	85
〈그림 4-12〉 해양수산부의 골재허가권 취득 필요성	85
〈그림 4-13〉 바다모래 채취 연구 및 방법 관리의 필요성	86
〈그림 4-14〉 바다모래 채취 감축 및 관리를 위한 조치	87
〈그림 4-15〉 골재자원의 통계자료 축적 강제화 필요성	87
〈그림 5-1〉 경제적 가치의 종류별 평가방법론	98
〈그림 5-2〉 바다모래의 비시장가치 평가 절차	101
〈그림 5-3〉 바다모래의 조건부가치측정법 적용을 위한 설문조사 설계 절차	102
〈그림 5-4〉 바다모래 비시장가치의 제도 적용 방안 도출 과정	114
〈그림 6-1〉 북한항만 개발 방향 및 입항실적	138
〈그림 6-2〉 폐콘크리트 처리 및 순환골재 생산 공정도	141
〈그림 6-3〉 고로 슬래그 제조 공정	146
〈그림 6-4〉 전기로 산화 슬래그 제조 공정	147
〈그림 6-5〉 동 슬래그 제조 공정(자용로 공법)	148
〈그림 6-6〉 페로니켈 슬래그 제조 공정	149
〈그림 6-7〉 용융 슬래그 제조 공정	150
〈그림 7-1〉 항만 기초공사 공법 개선	156
〈그림 7-2〉 연약지반 복토 작업	157
〈그림 7-3〉 항만공사 시설별 사용 골재 종류	158
〈그림 7-4〉 골재치환법에 의한 순환굵은골재 콘크리트 제조 프로세스	163
〈그림 7-5〉 순환골재 이용 사례	165
〈그림 7-6〉 모래 수입 프로세스 및 물류비	171
〈그림 7-7〉 건설모래의 공급사슬관리 현황	173
〈그림 7-8〉 건설모래의 공급사슬관리 방향	175
〈그림 8-1〉 건설용 모래 물류 지도	202

요약

요
약

건설용 모래 공급사슬관리(SCM) 방안 - 바다모래 가치 재산정을 중심으로

1. 연구의 목적

- ▶ 본 연구는 해외에 비해 저평가되어 있는 바다모래 가치를 재산정하여 바다모래 사용 비중을 2022년까지 11.5%(1,457만 m^3)에서 5%까지 감소시키고, 대체골재 사용을 증가시키기 위한 공급사슬관리(SCM) 방안을 제시하는 것을 목적으로 함

2. 연구의 방법 및 특징

1) 연구 방법

- ▶ 본 연구는 크게 첫째, 비시장적 가치인 환경 영향 등을 고려한 바다모래 가치를 재산정하고, 둘째, 바다모래 감축 및 관리 방안에 대한 국민의 의견을 조사하고, 셋째, 전반적으로 파악하기 어려운 모래물류 구조를 파악하고 바다모래 감축 시 대체모래의 공급가능성 분석 및 공급 방안을 제시하는 것 세 가지로 나뉨

- ▶ 문헌조사, 전문가자문, 설문조사, 통계분석, 계량경제 모형 분석 등을 통하여 바다모래 가치 재산정, 바다모래 감축 및 관리 방안, 바다모래 감축분 공급 가능성을 분석함

구분	연구내용	연구방법
바다모래 가치 재산정	• 바다모래 환경비용 조사	• 문헌조사 • 전문가 자문
	• 바다모래 자원가치 평가	• 비시장가치 평가 설문조사 • WTP(willingness-to-pay) 분석 • 계량경제모형 분석
바다모래 감축 및 관리 방안	• 바다모래 채취 문제점 파악	• 문헌조사 • 전문가 자문
	• 바다모래 감축 필요성 및 관리 방안	• 대국민 의식 설문조사
바다모래 감축분 공급 가능성 분석	• 바다모래 및 수입모래 물류프로세스	• 문헌조사 • 전문가 자문
	• 모래 가격구조 분석	• 문헌조사 • 전문가 워크숍
	• 대체모래 공급 가능성 분석	• 문헌조사 • 수급 통계 분석 • 전문가 자문
	• 대체모래 공급 원활화 방안	• 문헌조사 • 전문가 자문 및 연구진 브레인스토밍

2) 연구의 특징

- ▶ 본 연구에서는 환경적요인 등을 고려하여 바다모래 가치를 재산정하고, 정부가 발표한 바다모래 감축 및 관리 필요성·방법에 대한 대국민 의견을 조사한 후, 바다모래 감축분을 타 모래자원 및 대체골재로 교체가 가능한지를 분석한 후 공급 및 관리방안을 제시하고자 4가지 축으로 연구를 진행함

- ▶ 첫째, 일반인을 대상으로 바다모래에 대한 WTP(willingness- to-pay) 분석을 통해 해외에 비해 저평가되어 있는 바다모래의 가치를 재평가함
- ▶ 둘째, 2022년 전체 골재 비중에서 차지하는 바다모래 채취 비중을 5%로 감축하는 양을 추정하고 감축량을 대체할 수 있는 대체골재(부순모래, 순환골재, 선별파쇄골재, 준설토 등) 등을 발굴하고 공급가능량을 추정함
- ▶ 셋째, 현재 바다모래의 채취, 가공생산, 수요처 공급 등에 대한 전체 공급사슬(supply chain) 측면의 문제점을 파악하고, 공급 원활화 방안을 제시함
- ▶ 마지막으로 바다모래 가치를 증진시키고 바다모래 비중을 5% 감축하는 데 저해 요소를 파악하여 이를 해결하기 위한 정책 대안을 제시함

3. 연구 결과

1) 연구 결과 요약

- ▶ 바다모래의 물류프로세스를 분석한 결과 수도권 건설물량이 많고 서해 EEZ가 인천항과 가깝기 때문에 바다모래의 절반이상이 인천항으로 입항함
 - 바다모래 골재채취원가 비용 중 채취장에서 현장으로 운송되는 물류비가 전체의 1/3을 차지하는 등 높은 편이어서 대부분의 바다모래는 항만 인접지역으로 공급되고 있음
- ▶ 우리나라 1인당 바다모래 채취량을 1로 봤을 때 일본은 0.15이고,

영국과 미국은 모두 0.6 수준으로 우리나라는 다른 나라에 비해 바다모래 의존도가 높은 편임

- 그 이유는 바다모래가 가격 대비 품질이 우수한 편이고, 채취단지에 주민이 살지 않아 환경문제에 대한 반발이 적어 손쉽게 취득할 수 있는 자원이었기 때문으로 판단됨

- ▶ 700명을 대상으로 한 대국민 설문조사 결과 바다모래 가격에는 자원·생태계 복원비, 어족자원 피해보상비, 미래세대를 위한 자원 가치, 바다모래의 희소가치 등이 포함되어야 한다고 응답함
- ▶ 설문조사 결과 대체모래 자원으로 항만준설토, 순환골재가 사용되어야 하며, 대부분의 응답자들은 건설공법 변경 및 기술개발 등을 통하여 바다모래 사용을 줄여야 한다고 응답함
- ▶ 응답자들은 순환골재 사용의 필요성은 74.7%이라고 했지만, 거주지는 50%로 떨어져 공급사슬 전반의 모래 품질·안전관리를 통한 불안감 해소가 필요할 것으로 판단됨
- ▶ 바다모래 채취량 감축정책에 대한 가구주의 지불의사액(WTP)을 추정한 결과 바다모래 1㎥당 15,000원의 시장가치외에 평균적으로 35,041원의 비시장가치를 지니는 것으로 나타남
- ▶ 바다모래 감축분에 대응하기 위한 대체모래 공급 원활화 방안은 총 4가지가 있음
 - 항만 기초 공사와 복토 작업에서 모래를 사용하는 것을 시멘트와 자갈로 사용하는 공사 공법으로 변경함
 - 항만공사에서 매립공, 케이슨속채움공, 지반개량공 등에 바다모래가 아닌 준설토, 순환모래, 쇄석, 슬래그모래 등을 사용함

- 순환골재 기술 개발, 관리기준 마련, 체계적인 품질관리를 통해 레미콘에 사용되는 바다모래양을 감축해야 함
- 검역·통관시간 감축, Ship-to-Ship 하역, 향후 물동량이 충분해지면 5만 톤급 모래 전용부두 건설 등 수입모래 반입 환경을 개선해야 함

2) 정책대안 제시내용 및 정책화 활동

- ▶ 생태환경 전주기를 고려한 바다모래 채취 가이드라인 마련을 제시함
 - 대상 바다의 어족자원, 생태환경, 해저자원, 심도, 모래 부존량 등의 사전조사를 기반으로 바다모래 채취 구역 및 채취량, 채취방법을 설정하고, 채취 전후 환경영향 평가 등을 통한 복구 사업을 실시하는 등 전주기에 대한 가이드마련을 해야 함
- ▶ 바다모래 대체제로서 양질의 준설토가 항만공사에 적극 활용되도록 준설토 분류 기준 마련, 준설토 재활용 기술 개발, 항만공사 골재 채취 후보지 지정 등 기준을 마련해야 함
- ▶ 환경을 중시한 물관리 일원화 추세 등을 감안할 때 바다모래 관리를 해양수산부로 일원화하고 바다모래 허가권 변경을 위한 법·제도 개선이 필요함
- ▶ 바다모래 채취에 대한 부담금(해양생태계보전협력금)을 바다모래 채취의 사회적 비용을 원인자(오염자)가 부담하도록 개선해야 함
- ▶ 바다모래 채취에 대한 사용료(공유수면 점용료·사용료)를 시장가격이나 수익자부담의 원칙에 따른 수익률 등에 비례하여 부과하는 것이 적합함

- ▶ 바다모래 채취단지의 복구 프로그램 마련 및 복구 불가 시 대체 복원프로그램을 시행해야 함
- ▶ 바다모래 채취의 환경문제를 고려한 수급량을 결정하기 위해 기종점(O/D) 데이터와 사용처·사용량에 대한 데이터 등 전체 공급사슬 상에서 건설용 모래 통계가 관리되고 공개되어야 함

3) 정책적 기여 등 기대효과

- ▶ 본 보고서는 바다모래가 저가격으로 쓸 수 있는 건설재료가 아니라 미래 세대를 위하고, 아름다운 바다환경 보전과 재해로부터 우리를 보호하는 중요한 자원으로의 인식 전환과 공감대 형성을 위한 기초 자료가 되었음
- ▶ 또한 모래의 수급 안정화를 위해 관련 부처가 모래 수요량과 생태환경 두 가지를 모두 고려하여 공급사슬 측면에서 건설용 모래의 통계 및 통합관리가 필요함을 제시했다는 것임
- ▶ 마지막으로 본 연구에서 제안된 바다모래 채취 관련 부담금과 사용료 등의 경제적 유인제도의 개선은 공유재인 바다모래 이용의 환경비용 부담과 바다모래 이용에 대한 대가를 지불하도록 함으로써, 바다모래에 대한 과다 이용을 완화하고 지속가능한 자원이용을 도모하는 데 기여할 것으로 판단됨

EXECUTIVE SUMMARY

Supply Chain Management (SCM) Strategies of Construction Sand

- Focusing the re-estimation of the value of sea sand -

1. Purpose

- ▶ This study aims to present strategies of supply chain management (SCM) of construction sand by re-estimating the value of sea sand, which has been relatively underestimated than in overseas. These strategies intend to reduce the ratio of using sea sand from the current level of 11.5% (14.57 million m³) to 5% by 2022, while raising the use of alternative aggregate.

2. Methodologies and Features

1) Methodologies

- ▶ This study mainly consists of three parts. First, it re-estimated the value of sea sand considering non-market value such as

environmental impacts and others. Second, the study carried out a public survey on reduction and management strategies of sea sand. Third, it identified a relatively difficult structure of sea sand logistics, while analyzing the possibility as well as measures of supplying alternative sand in case of reduced supply of sea sand.

- Having conducted literature review, consultation with experts, survey, statistical analysis and the analysis of an econometric model, the present study re-estimated the value of sea sand, presenting reduction and management strategies of sea sand. It also analyzed the possibility of supplying the quantity of reduced sea sand.

Classification	Study Contents	Study Methods
Re-estimating the value of sea sand	• Studying the environmental cost of sea sand	• Literature review • Consultation with experts
	• Estimating the value of sea sand as a resource	• Survey of non-market value estimation • WTP (willingness-to-pay) analysis • Analyzing an econometric model
Reduction and management strategies of sea sand	• Identifying problems of sea sand extraction	• Literature review • Consultation with experts
	• Necessity of reducing sea sand and its management strategies	• Survey of public awareness

Classification	Study Contents	Study Methods
Analyzing the possibility of supplying the quantity of reduced sea sand	• Logistics process of sea sand as well as imported sand	• Literature review • Consultation with experts
	• Analyzing the price structure of sand	• Literature review • Workshop of experts
	• Analyzing the possibility of supplying alternative sand	• Literature review • Statistical analysis of the supply and demand • Consultation with experts
	• Measures for smooth supply of alternative sand	• Literature review • Consultation with experts and brainstorming among researchers

2) Features

- ▶ Given environmental factors, this study re-estimated the value of sea sand followed by a survey of public awareness on the necessity and methods of reducing and managing sea sand that the government had announced. Then, the study analyzed the possibility of replacing the reduced quantity of sea sand with other sand resources and alternative aggregate, and presenting their supply and management strategies. To achieve these goals, the study was conducted with the following four major pillars.
- ▶ First, the value of sea sand was re-estimated by analyzing the WTP (willingness to pay) on sea sand targeting the public.
- ▶ Second, the study estimated the quantity in case of reducing the sea sand extraction ratio to 5% from the total aggregate ratio

by 2022. Then, it seeks to discover alternative aggregate (crushed sand, recycled aggregate, screened and crushed aggregate and dredged soil etc.) to replace the reduced amount and estimate its supply capacity.

- ▶ Third, problems are identified from the perspective of the whole supply chain from extracting sea sand, processing production to supplying them to places of consumption.
- ▶ The study intends to find impediments that have prevented the value of sea sand from increasing, as well as hindering the ratio of sea sand from cutting to 5%. Then, it presents policy measures to address them.

3. Results

1) Summary

- ▶ According to the analysis of logistics process of sea sand, more than half of sea sand enters into Incheon port. This is because the construction volume is concentrated to metropolitan areas, while exclusive economic zones (EEZ) in the Yellow Sea are close to Incheon port.
- The logistics cost for transporting sea sand from extraction area to construction site accounts for approximately one third of the total production cost of extracting sea sand aggregate. Due to such a relatively high cost, most sea sand is supplied to neighboring areas of ports.

- ▶ Assuming that South Korea's extracted quantity of sea sand per capita is considered 1, Japan stands at 0.15 and the US and the UK are around 0.6 level. What it means is that Korea's dependency ratio of sea sand is quite high.
 - This is because the quality of sea sand is good given its cost. In addition, it is easy to acquire sea sand since residents do not live in extraction areas, showing little resistance against environmental problems.
- ▶ According to a public survey targeting 700 people, respondents say that the price of sea sand should include the cost for recovering natural resources and ecosystems, compensation for the damage of fish stocks and resource value for future generations.
- ▶ Respondents of the survey said that dredged soil at ports and recycled aggregate should replace sea sand as alternative resources. Furthermore, most respondents said that changing construction methods and technological development are necessary to reduce the use of sea sand.
 - 74.7% of survey respondents said that it is necessary to use recycled aggregate but only 50% said they are willing to live in a building made with them. Therefore, it is essential to relieve the public anxiety through quality and safety management of sand in the overall supply chain.
- ▶ The study estimated householders' willingness to pay (WTP) for

the government's policy of reducing the extracted quantity of sea sand. The result shows that 1m³ of sea sand has 35,041 won of non-market value on average, in addition to 15,000 won of market value.

- ▶ There are four strategies for enabling the smooth supply of alternative sand to respond to reduced quantity of sea sand;
 - Construction methods for foundation construction in ports and earth sheltering works should be changed to the one using cement and gravel instead of using sand.
 - It is necessary to replace sea sand with dredging soil, recycled sand, crushed stone and slag sand for various port constructions, such as reclaiming method, Caisson sealing method and ground improvement method etc.
 - The quantity of sea sand used for ready mixed concrete should be reduced based on technological development of recycled aggregate, the establishment of management standards and systematic quality control.
 - The environment for carrying imported sand into domestic ports should be improved by constructing a sand exclusive port with the capacity of 50,000 tons when certain conditions are met; reduced time for inspection and customs clearance, ship-to-ship loading and unloading and securing enough traffic volume.

2) Policy suggestions and relevant activities

- ▶ The study suggests the establishment of a guideline for sea sand extraction considering the life cycle of ecological environment.
 - The guideline for sea sand extraction considering the life cycle of ecological environment should be made as follows. Based on a preliminary survey of fishing stocks, ecological environment, submarine resources, the depth of aggregate resources and quantity of sand for subjected seas, sand extraction areas and the quantity and methods of extraction should be designated. Then, it is necessary to conduct a recovery project by assessing the environmental impacts before and after the extraction.
- ▶ The study suggests the establishment of a guideline for classifying dredging soil, which can allow port construction to actively use quality dredging soil as an alternative to sea sand. Furthermore, it is necessary to develop a technology for recycling dredging soil, while designating candidate areas for extracting aggregate for port construction.
- ▶ Given the trend of putting emphasis on the environment and unifying water management, the management of sea sand should also be unified and placed under the Ministry of Oceans and Fisheries. In addition, it is necessary to improve laws and systems to change permissions of sea sand.
- ▶ It is important to change the system to make causers (polluters)

to take a burden of social cost for extracting sea sand (Cooperation Charge on Conservation of Marine Ecosystem).

- ▶ It is appropriate to charge the usage fee for extracting sea sand (occupancy fees and use fees of public waters) in proportion to the market price or the rate of profit in accordance with the benefit principle
- ▶ The study suggests the establishment of a recovery program for sea sand extraction areas. When recovery is not available, an alternative recovery program should be implemented.
- ▶ Statistics for construction sand should be managed from the whole supply chain and disclosed to the public, including origin/destination (O/D) data as well as places and amounts of consumption. This is essential to determine the amount of supply and demand considering environmental problems of sea sand extraction.

3) Expected benefits including policy contribution

- ▶ This study serves as a basic data for changing the awareness and forming a consensus on sea sand. Therefore, sea sand can be considered as an important resource for preserving beautiful environment of oceans, while protecting people from natural disasters instead of a low-priced construction material.
- ▶ This study presents the necessity of consolidating the statistics

and management of construction sand by relevant government departments. Therefore, government departments should consider two factors of sand consumption and ecological environment from the perspective of supply chain to stabilize the supply and demand of sand.

- Lastly, the study proposes the improvement of financial incentives, such as charges and use fees for extracting sea sand. Such incentives allow users to pay for the environmental cost for using sea sand, which is a public good, as well as for paying the price for the use. In doing so, it will alleviate the excessive use of sea sand and promote the sustainable use of resources.

제 1 장

서 론

제1절 연구의 배경

1. 연구 배경 및 필요성

골재는 채취 위치에 따라 산림, 바다, 육상, 하천골재로 나누어지며 모래 또는 자갈로 콘크리트 재료 또는 건설공사 기초재료이다.¹⁾ 골재는 건설공사 용적의 약 80%를 차지하지만 공사원가에서 차지하는 비중은 약 4%에 불과하다.²⁾ 이에 골재는 운송비 등 물류비 비중을 낮추어야하기 때문에 타 지역 이송보다는 주로 인근에서 공급되는 지역성 자재이다.

골재자원의 효율적인 이용을 목적으로 골재의 수급 설정, 수급계획 수립, 골재 채취업 등록 등을 위하여 「골재채취법」을 제정·시행중

1) 골재채취법(법률 제15668호) 제2조제1호 기반으로 저자 작성

2) 윤성순·김경신·장정인(2017. 9), p. 63.; 건설교통부(2005.12), p. 5.

이며 채취위치별 채취량을 결정하고 있다. 골재채취는 대부분(93%, 2016년 기준)이 산림과 바다에서 이뤄지고 있는데, 2016년 기준 산림골재(60%), 바다골재(33%), 육상골재(5%), 하천골재(2%) 순으로 채취³⁾되었다.

선진국은 바다모래 채취에 따른 환경문제 인식 강화로 바다모래 채취량이 감소추세이나, 우리나라는 2008년 남해·서해 배타적경제수역(EEZ) 내 골재채취 단지 지정 이후 바다골재 채취비중이 전년대비 3.5% 포인트 상승했으며, 지난 10년간(2007~2016년) 연평균 7.3%로 꾸준히 증가했다.⁴⁾

한편 우리나라는 2013년 실적 기준 EEZ 바다모래(1,457만 m³)가 전체 골재공급 실적(1억 2,705만 m³)의 11.5%를 차지했다.⁵⁾ 총 골재 중 바다모래가 차지하는 비중이 2015년 기준 벨기에 7%, 일본은 3.9%, 영국은 5% 수준에 불과하나 우리나라는 11%(2017년 계획)를 차지하는 등 EEZ 내 바다모래가 전체 골재 중 차지하는 비중이 해외 선진국보다 높은 수준이다.⁶⁾ 이에 정부는 골재수급 안정대책에서 2022년까지 총 골재에서 바다모래가 차지하는 비중을 5% 수준으로 감축할 계획을 밝혔다.⁷⁾

선진국은 바다모래 채취허가가 엄격하고 환경영향평가 및 이해관계인 의견 수렴 등의 바다모래 채취 가이드라인을 설정하고 있다. 일본의 골재채취법은 골재채취가 다른 산업의 이익을 훼손하는 경우

3) e-나라지표 홈페이지, 「골재허가실적 및 채취실적」(검색일: 2018. 2. 5). 바다골재(25.6%(08)→26%(15)→33%(16)), 산림골재(52.5%(08)→70.0%(15)→60.0%(16)).

4) 2007년 골재수급량 222,507천 m³, 바다골재공급량 15,483천 m³(7.0%), 2008년 골재수급량 224,320천 m³, 바다골재공급량 23,503천 m³(10.5%), 2016년 골재수급량 222,949천 m³, 바다골재공급량 29,286천 m³(13.1%). 손규희 외(2017. 10), p. 21.

5) 한국건설경제산업학회(2014. 2), p. 5 기반으로 저자 작성.

6) 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6.

7) 국무조정실 국무총리비서실 보도자료(2017. 12. 28), p. 3.

채취허가를 할 수 없다고 규정하고 있을 뿐만 아니라 지방자치단체를 중심으로 바다모래 채취 금지가 확산되고 있다. 또한 바다모래를 대체하기 위해 채석단지 지정, 순환골재 개발 등 대체골재 자원을 확보하기 위해 노력 중이다.⁸⁾ 영국은 바다모래 채취사업 가이드라인을 제정하여 과학자 그룹의 환경영향평가와 어업인의 동의를 거치도록 되어 있다.⁹⁾ 그러나 우리나라는 2008년 이래 바다모래 채취 후 환경영향평가뿐만 아니라 복원 사업이 이뤄지지 않고 있다. 또한 우리나라는 국토교통부가 골재계획을 세운 후 해양수산부와 협의를 거치며 어업인의 동의를 구하지 않아도 채취가 가능하도록 되어 있다.¹⁰⁾

한편 골재업계는 건설 모래가 수요대비 공급량이 부족한 상황에서 바다모래 공급 비중을 급격하게 줄이는 것과 남해 EEZ 바다모래 채취 금지에 따른 운송비 증가에 대한 불만을 토로하고 있다. 정부는 연간 모래 수요(약 1억 m^3) 대비 공급 부족량이 전체 사용량의 8%인 800만 m^3 ¹¹⁾일 것으로 추정했는데, 이는 부산광역시의 연간 전체 모래 사용량(2017년 814만 m^3)과 유사하다.¹²⁾ 남해 EEZ 골재채취 중단(2017. 1)으로 인해 모래가격이 1 m^3 당 12,000~13,000원에서 부산지역의 경우에는 32,000원(2017. 6)으로 급등했는데, 그 이유는 해상운송 거리가 멀어졌기 때문이다. 또한 강원도 내륙 지역의 모래를 채취해 인근 항만까지 육상운송하고 바지선을 이용해 동남권으로 이송하여 모래가격이 1 m^3 당 40,000원까지 상승했다. 영남권 지역의 물류비 상승으로 건설업계가 어려움을 겪자 대안으로 부산지역 인근 육상모래 및 준설토를 검토했으나, 공급가능 물량이 없거나 사용에 적합하지 않았다.

8) 국회도서관 홈페이지, 「바다모래채취 제도개선 정책토론회(2017. 2. 22) 중 김우수 교수 발표자료인 바다모래 채취제도의 문제점 및 개선방향」(검색일: 2018. 2. 12).

9) 위의 책.

10) 위의 책.

11) 세제곱미터/입방미터/큐빅미터(m^3)를 골재업계에서는 루베(일본식 표현)라고 부름.

12) 건설경제 홈페이지(검색일: 2018. 2. 5).

이에 수산업계 어족자원 보호 차원의 바다모래 감축, 건설업계의 부족한 모래 공급에 모두 대응하기 위해 정부는 산림모래 및 부순모래 확대, 해외모래 수입 등 골재수급 안정 대책을 마련해 추진하기로 했다. 예를 들면 신규 채석단지 지정, 기존 채취장 허가물량 확대를 통해 산림모래를 증산하고, 공사 중 발생하는 암석을 골재자원으로 적극 활용하는 등 부순모래도 늘어나갈 계획이라고 밝혔다.¹³⁾ 또한 필요 시 북한모래를 포함한 해외 모래를 수입할 수 있도록 5만 톤급 대규모 모래 선박이 접안 가능한 부두도 확보할 예정이라고 골재수급안정화 대책에 명시했다.¹⁴⁾ 또한 중장기적으로는 폐건축 자재 등을 재활용하는 순환골재 활성화, 천연골재를 대체하는 자체개발 연구 등을 통해 바다모래 등 천연골재 사용량을 줄일 계획이다.¹⁵⁾

하지만 정부가 골재수급 안정대책을 발표했지만 환경보전 차원에서 바다모래 채취 금지, 순환골재 등의 대체재 개발 방법, 모래수입 대상국 검토 등에 대한 체계적인 연구 및 검토, 제도적 뒷받침이 미흡하다. 또한 2022년에 전체 골재 중 바다모래 비중을 5%로 감축시키기 위한 구체적인 대안이 부족한 실정이다.

무엇보다 우리나라 바다모래는 희소가치가 높은 자원임에도 불구하고 그 가치가 저평가 되어왔으므로 이에 대한 재검토를 통해 건설 현장에서 바다모래가 아닌 대체골재 사용을 유도하기 위한 방안 마련이 필요하다. 즉 관련 경제적 유인수단(부담금 및 사용료)에 자원 가치를 반영하여, 모래가격 체계변화를 유도하고 지속가능한 수준의 자원 사용량을 유도하기 위한 메커니즘 설계와 다양한 대안분석을 위한 연구가 필요하다. 또한 바다모래 비중 감축에 따른 모래 부족분

13) 국무조정실 국무총리비서실 보도자료(2017. 12. 28), p. 2.

14) 위의 책, p. 2.

15) 위의 책, p. 2.

을 순환골재, 선별파쇄골재, 수입모래 등 대체골재로 공급 가능한지를 분석하고 대체골재를 원활하게 공급하기 위한 방안을 모색하는 것이 필요하다.

2. 선행연구 분석

1) 기존 연구

조동오·장학봉(2003)의 연구는 바다모래의 무분별한 채취를 방지하고 한정된 바다모래를 보전하기 위해 필요한 정부의 바다모래 채취 및 해양환경 관리 방안을 제시하는 데 목적을 두고 있다. 이를 위하여 바다모래 시장구조 및 수급전망 분석, 바다모래 채취제도 및 운용실태, 바다모래 채취의 해양환경 영향 등을 분석했다.

한국해운조합(2004)의 연구는 EEZ 모래채취 운반 가능성 및 수입을 위한 선대 개편방안을 제시했다. 연구를 위해 채취 운송사업 현황 및 문제점, 채취허가 실태, 수급실태 및 공급방안, 북한모래 반입 실태에 대해 분석했다.

최재선·황진희(2005)의 연구는 우리나라 모래 수급정책의 문제점 파악 후 모래 수입 물류 공급사슬에서 나타날 수 있는 장벽과 장애요인 제거 대안을 제시했다. 이를 위해서 우리나라 모래자원 관리제도 및 수급실태, 주요국 모래관리 및 수출입 현황, 모래 수입 물류 시스템을 분석하고 모래 수입 물류 효율화 방안을 제시했다.

손규희 외(2017) 연구에서는 EEZ 바다모래 채취현황 및 제도 운영상 문제점을 도출하고, 해양보전 및 수산자원관리 측면에서 합리적인 개선방안을 제시했다. 바다골재 수급시스템 현황조사, 바다모래

채취 관련 일본, 영국 등 국외 사례 조사, 바다모래 관리제도 개선 방안 등을 상세히 제시했다.

윤성순·김경신·장정인(2017.9)의 연구는 무한하지 않은 한정된 천연자원이며, 건설현장에서 필수적인 재료이면서 수중에서는 각종 생물의 산란과 생육의 근거지인 바다모래를 이용 및 보전하기 위한 방안을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 바다모래 이용실태 조사, 모래자원의 특성, 관리, 환경영향 등 문제와 현안 분석, 바다모래 수급전망, 관리제도, 자원관리 등의 현안 대응방안을 제시했다.

〈표 1-1〉 선행연구 종합

구분	연구목적	연구방법	주요연구내용
1	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 바다모래 수급실태 및 관리방안 연구 • 연구자(연도): 조동오 외(2003) • 연구목적: 바다모래 채취관련 정부의 친환경적 관리방안을 제시함으로써 무분별한 채취를 지양하고 한정된 바다모래를 보전함으로써 건강한 해양환경을 유지하는 데 목적 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 문헌자료 분석 • 현장실태조사 • 국내외 전문가 자문 	<ul style="list-style-type: none"> • 바다모래 시장구조 및 수급전망 분석 • 바다모래 채취제도 및 운용실태 • 바다모래 채취의 해양환경 영향 • 국외사례 • 해사채취 종합관리 방안
2	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: EEZ 바다모래 채취 제도개선 연구 • 연구자(연도): 손규희 외 (2017) • 연구목적: EEZ 바다모래 채취현황 및 제도 운영상 문제점을 도출하고, 해양보전 및 수산자원 관리 측면에서 합리적인 개선방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 문헌자료 분석 • 전문가 자문 	<ul style="list-style-type: none"> • 바다골재 수급시스템 현황 조사 • 바다모래 채취 관련 국외 사례 • 제도 개선 방안
3	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 바닷모래 이용실태와 관리 개선방향 • 연구자(연도): 윤성순 외(2017.9) • 연구목적: 무한하지 않은 한정된 천연자원이며, 건설현장에서 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 문헌자료 분석 • 전문가 조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 바닷모래 이용실태 • 모래자원의 특성, 관리, 환경영향 등 문제와 현안 분석 • 바닷모래 수급전망, 관리

구분	연구목적	연구방법	주요연구내용
	필수적인 재료이면서 수중에서는 각종 생물의 산란과 생육의 근거지인 바닥모래를 이용 및 보전하기 위한 방안 제시		제도, 자원관리 등의 현안 대응방안
4	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 바다모래 채취운송 효율화 방안 • 연구자(연도): 한국해운조합(2004) • 연구목적: EEZ 모래채취 운반 가능성 및 수입을 위한 선대 개편방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 문헌자료 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 채취 운송사업 현황 및 문제점 • 채취허가 실태 • 수급실태 및 공급방안 • 북한모래 반입 실태와 전망
5	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 모래 수입물류 효율화 방안 • 연구자(연도): 최재선 외(2005) • 연구목적: 우리나라 모래 수급 정책의 문제점 파악 후 모래 수입 물류 공급사슬에서 나타날 수 있는 장벽과 장애요인 제거 대안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 문헌자료 분석 • 전문가 자문 및 해외 협동연구 • 국내외 출장조사 	<ul style="list-style-type: none"> • 우리나라 모래자원 관리제도 및 수급실태 • 주요국 모래관리 및 수출입 현황 • 모래 수입 물류 시스템 분석 • 모래 수입 물류 효율화 방안

자료: 조동오·장학봉(2003); 손규희 외(2017. 10); 윤성순·김경신·장정인(2017. 9); 한국해운조합(2004); 최재선·황진희(2005)를 바탕으로 하여 저자 작성

2) 기존 연구와 본 연구의 차별성

본 연구는 기존 바다모래 연구와 달리 바다모래의 가치를 재산정하고, 바다모래 감축분을 대체하기 위한 대체골재를 확보·공급하기 위한 공급사슬관리 방안을 제시하는 것이다. 이를 위해 국내 골재수급계획 통계, 일본, 유럽 사례를 기반으로 건설용 모래 공급·사용 현황을 분석을 했다. 수산업계와 건설업계의 의견, 해외 대비 바다모래 가격 비중 및 사용량 분석 등을 통해 우리나라가 선진국 대비 바다모래 의존도가 높은 이유를 분석했다. 그리고 비시장가치 평가법인 WTP 방식을 이용하여 바다모래 시장 가치를 추정했다. 2022년 바다

모래 비중 5% 달성을 위한 예상 바다모래 감축량을 추정하고, 감축량을 대체할 수 있는 대체모래 공급 방안 및 공급량을 추정했다. 마지막으로 체계적인 바다모래 관리 및 대체모래의 효율적인 공급사슬 관리를 위한 정책을 제시했다.

〈표 1-2〉 선행연구와 본 연구의 차별성

구분	연구목적	연구방법	주요연구내용
본 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 과제명: 건설용 모래 공급사슬 관리(SCM) 방안: 바다모래 가치 재산정을 중심으로 • 연구자(연도): 이연경 외 (2018) • 연구목적: 바다모래 가치를 재산정하여 바다모래 사용 비중을 2022년까지 11.5% (1,457만 m³)에서 5%까지 감소시키고, 대체골재 사용을 증가시키기 위한 공급사슬관리(SCM) 방안을 제시하는 것 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 문헌조사 • 현장조사 • 관계자 면담조사 • WTP 분석 • 계량경제 분석 모형 • 물동량 추정 • 전문가 자문조사 • 전문가 워크숍 	<ul style="list-style-type: none"> • 건설용 모래 공급·사용 분석 • 바다모래 의존도 높은 이유 분석 • 바다모래 가치 평가 • 대체모래 공급량 분석 • 대체모래 공급 원활화 방안

자료: 저자 작성

제2절 연구의 목적

본 연구는 바다모래 가치를 재산정하여 바다모래 사용 비중을 2022년까지 11.5%(1,457만 m³)에서 5%까지 감소시키고, 대체골재 사용을 증가시키기 위한 공급사슬관리(SCM) 방안을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다.

이를 위해 크게 4가지 축으로 연구를 진행한다. 첫째, 일반인을 대

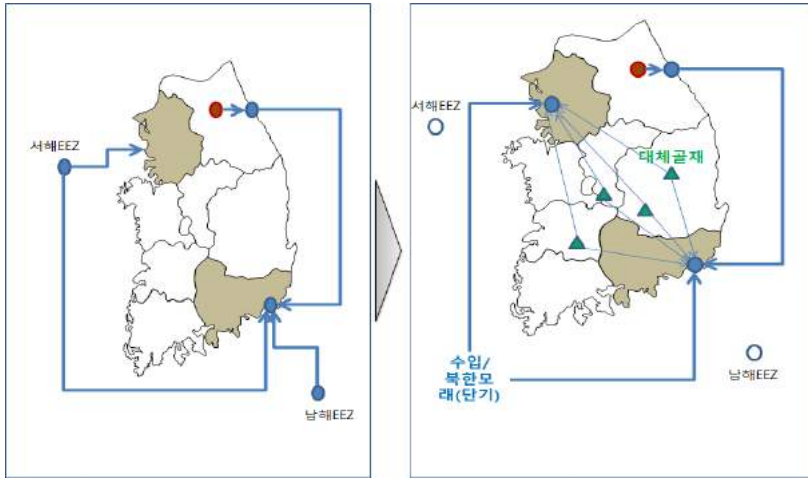
상으로 바다모래에 대한 WTP(willings to pay) 분석을 통해 해외에 비해 저평가되어 있는 바다모래의 가치를 재평가한다.

둘째, 2022년 전체 골재 비중에서 차지하는 바다모래 채취 비중을 5%로 감축하는 양을 추정하고 감축량을 대체할 수 있는 대체골재(부순모래, 순환골재, 선별파쇄골재, 준설토 등) 등을 발굴하고 공급 가능량을 추정한다.

셋째, 현재 바다모래의 채취, 가공생산, 수요처 공급 등에 대한 전체 공급사슬(supply chain) 측면의 문제점을 파악하고, 공급 원활화 방안을 제시한다.

마지막으로 바다모래 가치를 증진시키고 바다모래 비중을 5% 감축하는 데 저해 요소를 파악하여 이를 해결하기 위한 정책 대안을 제시한다. 예를 들면 대체골재 중 하나인 순환골재의 품질을 천연골재 수준까지 높이기 위한 연구개발 방안을 제시한다. 그리고 석산의 산림모래 중 부순모래 등을 증산하기 위한 효율적인 채석단지 지정·관리 방안을 제시한다. 대체 모래의 공급량을 추정하기 위해 정확한 통계 추출 및 지속적인 관리 방안을 제시한다. 북한 임진강의 홍수 피해를 막고, 해주항의 항만인프라 건설 및 준설 등에 의해 단기적으로 발생하는 모래를 효율적으로 국내로 수입하는 방안을 모색한다. 또한 품질이 우수하고 가격경쟁력이 있는 수입모래가 존재할 경우 필요시 수입모래 대상지 및 수입모래 전용부두 건설을 검토한다. 마지막으로 바다모래 사용을 단계적으로 감소시키기 위한 지속적인 관리 모델 및 법·제도 개선방안을 제안한다. 예를 들면 산림모래를 산지관리법에서 관리하듯이 바다모래를 해양환경관리법 등에서 관리하는 방안을 모색한다.

〈그림 1-1〉 바다모래 감축에 따른 모래물류 지도 변화



자료: 저자 작성

제3절 연구 범위 및 방법

1. 연구의 범위

본 연구는 환경적 요인 등을 고려하여 바다모래 가치를 재산정하고, 정부가 발표한 바다모래 감축 및 관리 필요성·방법에 대한 대국민 의견을 조사한 후, 바다모래 감축분을 타 모래자원 및 대체골재로 교체가 가능한지를 분석한 후 공급 및 관리방안을 제시하는 것이다.

이에 본 연구의 공간적 범위는 바다모래뿐만 아니라 건설용 모래를 사용하는 우리나라 전국지역 및 항만이 대상이 된다. 시간적 범위는 데이터 분석은 2017년 말을 기준으로 하되 연안화물 기종점(O/D) 자료처럼 그 이전의 데이터가 최신인 경우에는 해당 값의 최신값을

활용한다. 또한 전체 골재에서 바다모래 비중을 2018년부터 2022년까지 5% 수준으로 점진적으로 감축하기 때문에 2022년까지의 전망치도 그 대상으로 한다.

제2장에서는 바다모래 수급현황 및 관리제도, 바다모래 물류프로세스, 수입모래 특징 및 물류 프로세스를 파악하여 건설용 모래 공급·사용을 실시한다.

제3장에서는 바다모래 가격 구조 분석 및 국내와 국외의 바다모래 사용 비중 차이를 분석하고, 이해관계자들의 면담조사를 통하여 바다모래 의존도가 높은 이유를 분석한다.

제4장에서는 바다모래 이용에 관한 문제점에 대한 국민들의 인식 및 의견 등을 조사하여 이를 해결할 수 있는 정책방안을 마련한다.

제5장에서는 지불의사액(WTP: willingness-to-pay) 방법을 이용하여 바다모래 이용의 환경비용을 고려한 바다모래 가치를 재평가한다.

제6장에서는 정부가 전체 골재에서 바다모래 비중을 5% 감축하기 위해 발표한 골재 수급 안정화대책의 준설토, 수입모래, 순환골재 등을 포함하여 타 모래 공급계획량의 공급가능성을 분석한다.

제7장에서는 대체모래 공급 원활화를 위한 순환골재 기술개발, 법·제도 개선방안을 제시하고 마지막 장에서는 결론 및 바다모래 감축을 위해 필요한 정책 방안을 제시한다.

2. 연구의 방법론

본 연구는 크게 첫째, 비시장적 가치인 환경 영향 등을 고려한 바다모래 가치를 재산정하고, 둘째, 바다모래 감축 및 관리 방안에 대

한 국민의 의견을 조사하고, 셋째, 전반적으로 파악하기 어려운 모래 물류 구조를 파악하고 바다모래 감축 시 대체모래의 공급가능성 분석 및 공급 방안을 제시하는 것 세 가지로 나뉜다. 이들 세 영역에서 활용되는 연구방법에는 다소 차이가 있다.

본 연구에서는 문헌조사, 전문가 자문, 설문조사, 통계분석, 계량경제 모형 분석 등을 통하여 바다모래 가치 재산정, 바다모래 감축 및 관리 방안, 바다모래 감축분 공급 가능성을 분석했다.

〈표 1-3〉 연구방법론

구분	연구내용	연구방법
바다모래 가치 재산정	• 바다모래 환경비용 조사	• 문헌조사 • 전문가 자문
	• 바다모래 자원가치 평가	• 비시장가치 평가 설문조사 • WTP(willingness-to-pay) 분석 • 계량경제모형 분석
바다모래 감축 및 관리 방안	• 바다모래 채취 문제점 파악	• 문헌조사 • 전문가 자문
	• 바다모래 감축 필요성 및 관리방안	• 대국민 의식 설문조사
바다모래 감축분 공급 가능성 분석	• 바다모래 및 수입모래 물류 프로세스	• 문헌조사 • 전문가 자문
	• 모래 가격구조 분석	• 문헌조사 • 전문가 워크숍
	• 대체모래 공급 가능성 분석	• 문헌조사 • 수급 통계 분석 • 전문가 자문
	• 대체모래 공급 원활화 방안	• 문헌조사 • 전문가 자문 및 연구진 브레인스토밍

자료: 저자 작성

제 2 장

건설용 모래 공급·사용 분석

제1절 건설용 모래 개요

1. 건설용 모래 종류 및 특징

건설용 모래는 건설공사에 쓰이는 자갈이나 모래 등을 포함하는 골재¹⁶⁾의 한 종류이다. 일반적으로 골재는 입경, 생산지, 중량 등에 의해 분류되며, 각 분류별로 골재 종류 및 특징은 다음의 표와 같다.

〈표 2-1〉 골재 종류 및 특징

분류	종류	특징
입경	잔골재(세골재)	일반적으로 입경 5mm 이하의 것을 말함
	굵은골재	입경 5mm 이상의 골재를 말함

16) 하천, 산림, 바다(공유수면), 기타 지상/지하 등에 부존되어 있는 암석(쇄석용에 한함), 모래 또는 자갈로서 건설공사의 기초재료로 사용되는 것 / 국가법령정보센터, 「골재채취법」(검색일: 2018. 4. 28)

분류	종류	특징
생산지	천연골재	생산지에 관계없이 자연작용에 의해 만들어진 골재로 강, 바다, 육상, 산에서 채취한 모래와 자갈을 지칭함
	인공골재 (부순돌 및 부순모래)	인공적으로 암석을 파쇄하여 만든 골재
	인공경량골재	석탄재, 점토 등을 주원료로 하여 인공적으로 제조한 골재로 골재 내부에 공극이 많아 절대건조상태에서 굵은골재는 비중이 2.0 미만, 잔골재는 1.6 미만인 가벼운 골재
중량	경량골재 (2.50 이하)	제주도 자갈과 같이 절건밀도가 낮은 골재
	보통골재 (2.50 ~ 2.65)	보통의 토목, 건축구조물에 이용되는 일반적인 골재
	중량골재 (2.70 이상)	중정석, 갈철광, 자철광 등의 비중이 보통 골재보다 큰 골재

자료: 한국골재협회 홈페이지, 「골재의 분류」(검색일: 2018. 4. 28)

주로 골재를 분류할 때 입경에 의해서는 크기가 작은 잔골재(세골재)와 굵은골재로 구분하고 있으며, 생산지에 의해서는 자연작용에 의해 만들어진 천연골재와 암석을 파괴해서 만든 인공골재 등으로 나누고 있다. 또한 골재비중을 기준으로 중량에 의해 경량골재, 보통골재, 중량골재로 나누고 있으며, 경량골재는 제주도자갈과 같이 비중이 2.5 이하인 골재를 말하고 중량골재는 2.7 이상, 그리고 보통골재는 경량골재와 중량골재 사이에 있는 모든 골재를 말한다.

한국골재협회에 따르면, 골재는 자갈, 모래, 혼합골재, 쇄사, 아스팔트 콘크리트용 골재 등으로 구분되고 있으며, 각각 규격 및 용도는 다음 표와 같다.

〈표 2-2〉 골재 규격 및 용도

구분	품명	규격	용도
자갈	O/S	40~150	댐콘크리트, 장식기초 대응
	# 467	40~5	토목기초 콘크리트, 일반건축 공사용
	# 57	25~5	PC제품, PILE, 전주, R/C 제조용
	# 67	19~5	PC제품, PILE, 전주, R/C 제조용
	# 78	13~2	숯콘크리트, 아스팔트표층용, 방수공사, 우물정수공사
모래	왕사	10~# 50	BLOCK 제조, 벽돌, 흙관제조
	중사	# 4~# 100	콘크리트제조용, R/C 제조용
	세사	# 16~# 100	미장용
	떡모래	# 30~# 200	도로포장공사, 충전재료(가스관, 수도관, 골프장 잔디용)
혼합골재	기층용	40~# 200	도로포장 기층용
	보조기층용	75~# 200	도로포장 보조기층용
쇄사	석분	5~# 200	BLOCK, 벽돌, 왕사대용, 혼합골재혼합용
아스팔트콘크리트용	# 4670	40~# 200	기층용, BLOCK BASE COURSE 생산
	# 570	25~# 200	중층용, BINDER COURSE 생산
	# 670	19~# 200	중표층용, BINDER COURSE 생산
	# 780	13~# 200	표층용, WEARING COURSE 생산
기타	75mm 잡석	40~75	교통로확보, MAT 하부 다짐용
	150mm 잡석	75~150	교통로확보, MAT 하부 다짐용

자료: 한국골재협회 홈페이지, 「골재의 규격 및 용도」(검색일: 2018. 4. 28)

이 중 모래는 왕사, 중사, 세사, 떡모래 등으로 나뉘며, 왕사는 Block, 벽돌, 흙관 제조용으로, 중사는 콘크리트, R/C 제조용으로, 세사는 미장용으로, 그리고 떡모래는 도로포장공사나 가스관, 수도관, 골프장 잔디 등의 충전재료용으로 사용되고 있다.

골재의 품질기준은 절대건조밀도, 흡수율, 안정성, 점토덩어리 등의 관리항목별로 관리되고 있으며, 크게 콘크리트용과 아스팔트 콘크리트용으로 구분하여 관리되고 있다.

먼저 콘크리트용 골재는 하천, 바다 및 육상골재와 산림, 선별·파쇄골재로 모래, 자갈을 구분하여 품질을 관리하고 있으며, 점토덩어리, 입자모양 판정실적률, 염화물 함유량 등이 각 골재별로 상이하게 적용되고 있다.

〈표 2-3〉 골재 품질기준(콘크리트용)

관리항목	품질기준 (콘크리트용)			
	하천, 바다 및 육상골재		산림, 선별·파쇄골재	
	모래	자갈	모래	자갈
가. 절대건조밀도	2.5 이상	2.5 이상	2.5 이상	2.5 이상
나. 흡수율	3.0% 이하	3.0% 이하	3.0% 이하	3.0% 이하
다. 안정성	10% 이하	12% 이하	10% 이하	12% 이하
라. 점토덩어리	1.0% 이하	0.25% 이하	-	-
마. 0.08mm체 통과율	5.0% 이하	1.0% 이하	7.0% 이하	1.0% 이하
바. 입자모양 판정실적률	-	-	53% 이상	55% 이상
사. 마모율	-	40% 이하	-	40% 이하
아. 염화물 함유량	0.04% 이하	-	-	-
자. 조립률(바다골재 제외)	2.3 ~ 3.1	-	-	-

자료: 한국골재협회 홈페이지, 「골재의 품질기준」(검색일: 2018. 4. 28)

다음으로 아스팔트 콘크리트용 골재는 모래와 자갈별로 품질기준을 두어 관리하고 있었으며, 이는 다음의 표와 같다.

〈표 2-4〉 골재 품질기준(아스팔트 콘크리트용)

관리항목	품질기준 (아스팔트 콘크리트용)	
	모래	자갈
가. 절대건조밀도	2.5 이상	2.5 이상
나. 흡수율	3.0% 이하	3.0% 이하

관리항목	품질기준 (아스팔트 콘크리트용)	
	모래	자갈
다. 안정성	15% 이하	12% 이하
라. 편장석률		30% 이하
마. 파쇄면 비율		깨진면 2면 이상 : 85% 이상
바. 마모율		표층 35% 이하 기층 40% 이하
사. 모래당량	50% 이상	
아. 잔골재공극률	45% 이상	

자료: 한국골재협회 홈페이지, 「골재의 품질기준」(검색일: 2018. 4. 28)

2. 건설용 모래 관리제도 현황

1) 골재채취법

골재채취법은 골재의 원활한 수급과 골재채취에 따른 재해를 예방하기 위한 목적으로 제정되었으며, 골재의 수급계획, 골재채취업의 등록 등에 관한 사항을 정하고 있다.¹⁷⁾ 본 법에 따르면, 골재란 하천, 산림, 공유수면이나 그 밖의 지상·지하 등 자연상태에 부존(賦存)하는 암석(쇄석용(碎石用)에 한정), 모래 또는 자갈로서 콘크리트 및 아스팔트콘크리트의 재료 또는 그 밖에 건설공사의 기초재료로 쓰이는 것을 말하며, 채취란 골재를 캐거나 들어내는 등 자연상태로부터 분리하여 내는 것을 말한다.¹⁸⁾ 또한 골재채취업이란 영리를 목적으로 골재를 채취·선별·세척 또는 파쇄(破碎)하는 사업을 말한다.¹⁹⁾

본 법에서는 관련된 정의뿐만 아니라 골재의 조사 및 수급계획, 골

17) 두산백과(검색일: 2018. 4. 28).

18) 국가법령정보센터, 「골재채취법」(검색일: 2018. 4. 28).

19) 국가법령정보센터, 「골재채취법」(검색일: 2018. 4. 28).

채취업의 등록, 골재의 채취, 골재의 수급 안정 조치, 보칙, 벌칙 등을 포함하고 있으며, 이를 정리하면 다음의 표와 같다.

〈표 2-5〉 골재채취법 장별 주요 내용

장	명칭	해당 조항	주요 내용
제1장	총칙	1~3조	목적, 정의, 산지에 대한 적용 범위 등
제2장	골재의 조사 및 수급계획	4~13조	골재자원조사, 정보시스템, 골재수급 기본계획 등
제3장	골재채취업의 등록	14~21조	업종 등록, 양도, 폐업, 지도감독 등
제4장	골재의 채취 등	21~33조	채취 허가, 능력평가, 품질기준 등
제5장	골재의 수급 안정 조치 등	33조2~37조	수급안정 조치, 채취단지 지정/관리 등
제6장	골재협회	38~44조	협회 설립, 인가, 공제사업 등
제7장	보칙	45~48조	처분, 보고, 청문, 권한, 수수료 등
제8장	벌칙	49	벌칙, 양벌규정, 과태료 등

자료: 국가법령정보센터, 「골재채취법」(검색일: 2018. 4. 28)

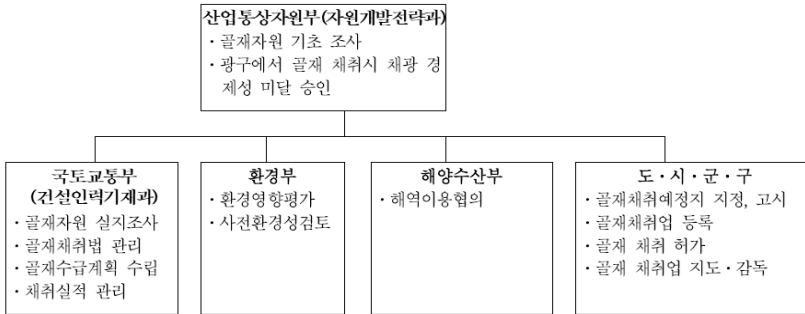
2) 광업법

바다모래는 용도에 따라 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 하나는 콘크리트 제조용 모래이고, 다른 하나는 이산화규소(SiO_2)를 85% 이상 함유하여 유리 제품이나 실리콘, 주물용, 연마사 등으로 이용되는 규사이다.²⁰⁾ 앞에서 설명한 골재채취법이 바다모래를 콘크리트 제조용 건설골재로 사용하기 위한 채취 허가와 관련 있는 법이고, 광업법은 규사로 사용하기 위한 법이기 때문에 두 가지 용도에 따라 바다모래 수급 행정 체계 또한 다음과 같이 다르다.

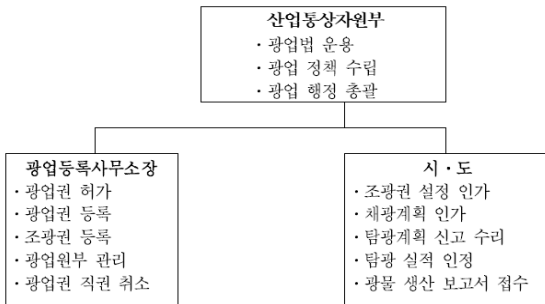
20) 한국건설산업연구원(2004. 6), p. 6.

〈그림 2-2〉 바다모래의 수급 행정 체계도

(골재로서 채취하는 경우)



(규사로 채취하는 경우)



자료: 한국건설산업연구원(2004. 6), p. 7

광업법은 광물자원을 합리적으로 개발함으로써 국가 산업이 발달할 수 있도록 하기 위하여 광업에 관한 기본 제도를 규정하는 법으로 현재 산업통상자원부가 관할하고 있다.²¹⁾ 규사 채취를 위해서는 먼저 산업통상자원부에 광업권을 등록한 뒤 채광 계획 인가를 받아 채취할 수 있게 하고 있으며, 광업권 등록 후에는 25년간 존속될 수 있어 골재채취법의 채취허가를 최장 5년 주는 것에 비해 장기간 지속적인 광물채굴이 가능하다.²²⁾

21) 국가법령정보센터, 「광업법」(검색일: 2018. 5. 29).

22) 해양수산부(2005. 3), pp. 69~70.

〈표 2-6〉 광업법 장별 주요 내용

장	명칭	해당 조항	주요 내용
제1장	총칙	1~9조	목적, 국가의 권능, 정의, 광물의 채굴, 귀속, 승계 등
제2장	광업권	10~46조	광업권 종류, 성질, 권리능력, 광구의 단위구역, 광업권 설정 출원, 탐사, 허가 등 (공유 수면의 점용 및 사용의 허가와 관련)
제3장	조광권	47~61조	조광권 설정, 존속기간, 등록, 인가 등
제4장	국영광업	62~66조	국영광업 주무관청, 법인 설립, 출자, 보호 등
제5장	토지의 사용과 수용	67~74조	토지 출입 및 장해물, 사용권, 손실보상, 목적, 용수권 등
제6장	광해 배상	75~82조	광해 종류와 배상의무, 배상 방법, 소멸시효, 관할 법원, 적용 예외 등
제7장	감독 및 지원	83~89조	광업 기본계획, 생산 보고서, 광물 수입부과금 및 판매부과금, 감독 등
제8장	이의신청	90~95조	이의신청, 처분의 집행, 광업조정위원회, 의결, 재의 요구 등
제9장	보칙	96~99조	권한의 위임, 광업 대리인, 수수료, 청문 등
제10장	벌칙	100~104조	벌칙, 양벌규정, 과태료 등

자료: 국가법령정보센터, 「광업법」(검색일: 2018. 5. 29)

3) 해양환경관리법

해양환경관리법은 선박, 해양시설, 해양공간 등 해양오염물질을 발생시키는 발생원을 관리하고, 기름 및 유해액체물질 등 해양오염물질의 배출을 규제하는 등 해양오염을 예방, 개선, 대응, 복원하는데 필요한 사항을 정함으로써 국민의 건강과 재산을 보호하는 데 이바지함을 목적으로 한다.²³⁾

23) 국가법령정보센터, 「해양환경관리법」(검색일: 2018. 4. 28).

본 법에서는 ‘제9장 해역이용협약’에서 골재채취와 관련해서는 해역이용협약이 이루어져야 한다는 내용을 다루고 있다. 먼저 제84조에서는 바다골재채취예정지의 지정과 채취 허가, 채취단지의 지정에 대한 내용을 포함하고 있고 제85조에서는 이와 관련해서 해양환경에 미치는 영향을 평가해야한다는 내용을 포함하고 있다.

〈표 2-7〉 해양환경관리법 장별 주요 내용

장	명칭	해당 조항	주요 내용
제1장	총칙	1~7조	목적, 정의, 적용범위, 국제협약 등
제2장	해양환경의 보전·관리를 위한 조치	8~21조	해양환경 조사/관리, 해역 지정, 해양환경개선부담금 등
제3장	해양오염방지를 위한 규제	22~40조	오염물질 배출금지, 방지활동, 설비 설치, 오염물질 수거/처리 등
제4장	해양에서의 대기오염방지를 위한 규제	41~48조	선박에너지효율설계지수, 관리계획서, 배출규제, 연료유 기준 등
제5장	해양오염방지를 위한 선박의 검사 등	49~60조	정기/중간/임시/임시항해/방오시스템/예비 검사, 검사증서, 부적합 선박 조치 등
제6장	해양오염방제를 위한 조치	61~69조	국가긴급방제계획 수립, 방제대책본부 설치, 방제조치, 방제선 배치 등
제7장	해양환경관리업 등	70~76조	해양환경관리업 범위, 지원대책, 의무, 결격사유 등
제8장	해양오염영향조사	77~83조	해양오염영향조사 분야, 주민의견수렴, 비용 등
제9장	해역이용협약	84~95조	해역이용협약, 영향평가 등 (골재채취 관련 내용 포함)
제10장	해양환경관리공단	96~109조	공단의 설립, 사업, 정관, 임원 등
제11장	보칙	110~125조	해양환경측정기기 등의 형식승인, 성능인증, 선박해체 신고 등
제12장	벌칙	126~133조	벌칙, 양벌규정, 과태료 등

자료: 국가법령정보센터, 「해양환경관리법」(검색일: 2018. 4. 28)

4) 기타

이 외에 바다모래채취와 관련된 법들은 수산자원관리법, 습지보전법, 해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률, 연안관리법 등이 있는 것으로 조사되었으며, 이를 통해 바다모래채취의 제한, 관리 등을 규정하고 있다.

〈표 2-8〉 모래채취 행위에 대한 규제 조항

법률	규제조항
수산자원관리법	제47조(보호수면의 관리) ② 보호수면(항만구역은 제외한다)에서 매립·준설하거나 유량 또는 수위의 변경을 가져올 우려가 있는 공사를 하려는 자는 해양수산부장관, 관할 시·도지사 또는 관할 시장·군수·구청장의 승인을 받아야 한다. 제49조(수산자원관리수면의 관리) ⑦ 수산자원관리수면에서 다음 각 호에 해당하는 행위를 하려는 자는 시·도지사의 허가를 받아야 한다. 4. 토석·모래 또는 자갈의 채취 행위
습지보전법	제13조(행위 제한) ① 누구든지 제8조제1항에 따른 습지보호지역(이하 “습지보호지역”이라 한다)에서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위를 해서는 아니 된다. 3. 흙·모래·자갈 또는 돌 등을 채취하는 행위
해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률	제27조(해양보호구역에서의 행위제한 등) ① 누구든지 해양보호구역에서는 다음 각 호의 하나에 해당하는 행위를 하여서는 아니 된다. 5. 공유수면에서의 바다모래·규사 및 토석의 채취 행위
연안관리법	제20조의5(관리구역에서의 행위제한 등) ① 누구든지 제20조의2에 따라 지정·고시된 핵심관리구역에서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위를 하여서는 아니 된다. 3. 바다모래·규사 및 토석의 채취 행위

자료: 손규희 외(2017. 10), p. 106

제2절 건설용 모래 수급 현황

2014년 2월, 국토교통부에서 발주하고 한국건설경제산업학회에서 수행한 『제5차(2014~2018) 골재수급기본계획 수립 연구』에 따르면, KDI의 잠재성장률 전망치, 한국은행의 GDP 대비 건설투자 비중, 건설경기 동향 등을 고려하여 건설투자를 전망한 결과 2014년부터 2018년까지 연평균 161조 원 수준일 것으로 전망되고 있다. 연평균 2.1%씩 증가할 것으로 전망되고 있는데 이 중 주거용은 21.5%, 비주거용은 40.3%, 토목용은 38.3%의 비중을 차지할 것으로 전망하고 있다.

〈표 2-9〉 제5차 계획기간(2014~2018) 건설투자 전망

단위: 10억 원, %

구분	2014	2015	2016	2017	2018	연평균
총건설	154,348	158,008	161,591	164,176	167,887	161,199
(증감율)	1.80%	2.40%	2.30%	1.60%	2.30%	2.10%
주거용	32,774	33,745	35,045	35,292	36,282	34,624
(증감율)	5.80%	3.00%	3.90%	0.70%	2.80%	3.20%
(비중)	21.20%	21.40%	21.70%	21.50%	21.60%	21.50%
비주거용	60,552	62,781	65,228	66,835	69,384	64,956
(증감율)	1.30%	3.70%	3.90%	2.50%	3.80%	3.00%
(비중)	39.20%	39.70%	40.40%	40.70%	41.30%	40.30%
토목용	61,023	61,482	61,318	62,049	62,221	61,619
(증감율)	0.10%	0.80%	-0.30%	1.20%	0.30%	0.40%
(비중)	39.50%	38.90%	38.00%	37.80%	37.10%	38.30%

자료: 국토교통부(2014. 2), p. 89

지역별로는 경기도가 연평균 31조 4,770억 원으로 가장 많은 것으로 전망되었고 다음으로 서울이 21조 8,760억 원, 충남이 12조 1,470억 원 순인 것으로 조사되었다.

〈표 2-10〉 제5차 계획기간(2014~2018) 지역별 건설투자 전망

단위: 10억 원, %

구분	2014	2015	2016	2017	2018	평균	
						투자액	비중
전국	154,348	158,008	161,591	164,178	167,887	161,203	100.0%
서울	20,528	21,331	22,021	22,820	22,681	21,876	13.6%
인천	11,267	11,559	11,771	11,961	12,118	11,735	7.3%
경기	28,400	30,180	31,927	33,065	33,812	31,477	19.5%
강원	5,557	5,632	6,770	6,862	6,850	6,334	3.9%
충북	6,637	6,816	6,844	6,505	6,548	6,670	4.1%
대전	3,087	3,097	3,845	3,987	4,080	3,619	2.2%
충남	11,576	11,803	12,070	12,394	12,894	12,147	7.5%
전북	8,613	8,343	8,531	7,898	8,357	8,348	5.2%
광주	4,013	3,792	3,781	3,453	3,526	3,713	2.3%
전남	10,573	10,833	11,019	11,328	11,651	11,081	6.9%
대구	4,044	4,171	4,443	4,531	4,658	4,370	2.7%
경북	10,557	10,808	11,052	11,267	11,500	11,037	6.8%
부산	10,990	10,824	8,402	8,570	9,049	9,567	5.9%
울산	4,137	4,235	4,589	4,958	5,204	4,624	2.9%
경남	11,267	11,550	11,520	11,525	11,819	11,536	7.2%
제주	3,102	3,034	3,005	3,054	3,139	3,067	1.9%

자료: 국토교통부(2014. 2), p. 90

골재수급기본계획에서는 유통구조가 복잡하고 수요가 다양해 직접 전망이 어려운 골재수요를 전망하기 위해 제1차 기본계획 때부터 대리변수(레미콘출하량)를 이용하여 추정하는 방식을 사용해오고 있다. 이를 기반으로 골재수요를 추정해본 결과 2014년에는 201,424천 m³에서 2018년에는 208,410m³로 증가할 것으로 예상되고 있으며, 이 중 특히 모래는 2014년 87,417m³에서 2018년 90,539m³로 증가할 것으로 예상되고 있다.

지역별로는 가장 건설투자비중이 높은 수도권이 계획기간 평균 63,527

천 m³로 가장 수요가 많이 발생할 것으로 조사되었으며, 다음으로 부산/울산/경남권으로 41,666천 m³, 대전/충남/세종이 24,560천 m³, 대구/경북 22,320천 m³, 광주/전남 19,472천 m³, 전북 11,478천 m³, 강원 9,414천 m³, 충북 8,813천 m³, 제주 3,728천 m³로 전망되고 있다.

〈표 2-11〉 제5차 계획기간(2014~2018) 중 골재수요 전망

구분	골재 수요 (천 m³)				레미콘수요* (천 m³)
	계	전년대비	자갈	모래	
2013	201,175	-	113,869	87,306	116,842
2014	201,424	2.60%	114,007	87,417	116,987
2015	203,449	1.00%	115,152	88,297	118,163
2016	205,423	1.00%	116,270	89,153	119,309
2017	206,151	0.30%	116,682	89,469	119,732
2018	208,617	1.20%	118,078	90,539	121,164
평균	205,012	1.20%	116,038	88,975	119,071

주: * 레미콘 원단위로 추정

자료: 국토교통부(2014. 2), p. 96

〈표 2-12〉 제5차 계획기간(2014 - 2018) 중 지역별 골재수요 전망

단위: 천 m³

구분	2014	2015	2016	2017	2018	평균
전체	201,424	203,449	205,423	206,151	208,617	205,012
수도권	소계	62,055	62,887	63,687	64,149	63,527
	서울	11,000	11,416	11,505	12,161	11,676
	인천	14,704	14,648	14,586	14,429	14,591
	경기	36,351	36,823	37,596	37,558	37,260
강원	9,251	9,344	9,435	9,467	9,572	9,414
충북	8,661	8,748	8,834	8,863	8,961	8,813

구분		2014	2015	2016	2017	2018	평균
대전 충남 세종	소계	24,135	24,377	24,616	24,698	24,972	24,560
	대전	4,028	4,068	4,108	4,122	4,168	4,099
	충남	16,277	16,440	16,601	16,657	16,841	16,563
	세종	3,830	3,869	3,907	3,919	3,963	3,898
전북		11,280	11,393	11,505	11,543	11,671	11,478
광주 전남	소계	19,135	19,327	19,517	19,582	19,799	19,472
	광주	5,237	5,289	5,341	5,359	5,419	5,329
	전남	13,898	14,037	14,175	14,222	14,380	14,142
대구 경북	소계	21,934	22,153	22,371	22,446	22,695	22,320
	대구	5,237	5,289	5,341	5,359	5,419	5,329
	경북	16,697	16,864	17,030	17,087	17,276	16,991
부산 울산 경남	소계	40,945	41,355	41,762	41,901	42,365	41,666
	부산	14,303	14,446	14,588	14,637	14,799	14,555
	울산	6,938	7,008	7,076	7,100	7,179	7,060
	경남	19,704	19,902	20,097	20,164	20,387	20,051
제주		4,028	3,865	3,698	3,504	3,543	3,728

자료: 국토교통부(2014. 2), p. 99

이러한 수요를 기반으로 골재공급 계획을 수립하였으며, 기본적으로는 수요전망치보다 약 7% 여유를 두고 공급 계획을 수립했다. 총 5년간 10.25억 m³의 수요가 발생할 것으로 예상되어 10.92억 m³의 공급을 계획하고 있으며, 이 중 바다골재는 연안에서 59,180천 m³, EEZ에서 100,000천 m³를 공급하여 전체 중 14.6%를 바다골재로 공급하는 계획을 수립하였다.

〈표 2-13〉 제5차 계획기간의 골재원별 공급계획(안)

단위: 천 m³

구분	2014	2015	2016	2017	2018	계	구성비
수요	201,424	203,449	205,423	206,151	208,617	1,025,064	-
공급	214,584	216,121	218,355	218,595	224,345	1,092,000	100.00%
허가	계	133,724	134,059	135,204	135,034	140,901	62.20%
	하천골재	4,949	5,044	5,086	5,101	5,150	2.30%
	바다(연안)	12,430	10,430	10,430	9,890	16,000	5.40%
	바다(EEZ)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	9.20%
	산림골재	87,891	89,928	90,941	91,264	91,866	41.40%
	육상골재	8,454	8,657	8,747	8,779	7,885	3.90%
신고	계	80,860	82,062	83,151	83,561	83,444	37.80%
	선별파쇄	70,130	75,503	76,151	76,561	76,444	34.30%
	준설토	10,730	6,559	7,000	7,000	7,000	3.50%
반입	67,670	68,245	69,190	69,435	70,481	345,021	31.60%
반출	67,670	68,245	69,190	69,435	70,481	345,021	

자료: 국토교통부(2014. 2), p. 99

하지만, 모래만을 분석해보면, 전체 공급의 34.4%를 연안 및 EEZ의 바다모래를 공급하는 것으로 되어 있어 가장 많은 부분을 바다모래로 공급하겠다는 계획을 가지고 있었으나 최근 북한 바다모래 수입 중지, EEZ 모래 수급이 막히면서 이를 공급하고 있지 못 하고 있는 것으로 조사되었다.

한국골재협회에 따르면, 국내 바닷모래 가격은 2017년 초까지만 해도 m³당 14,000원 수준이었으나 인천 옹진군 근해와 남해 배타적 경제수역(EEZ)의 모래 수급이 막히면서 현재는 27,000원에서 30,000원 수준을 유지하고 있다고 하며, 2017년 말 정부가 분석한 2018년 모래 부족량은 여전히 800만 m³²⁴⁾가 될 것으로 보인다.²⁵⁾

24) 연간 모래 수요(약 1억 m³) 중 8%.

25) 이데일리(검색일: 2018. 4. 26)

〈표 2-14〉 제5차 계획기간의 골재 공급 계획(안) - 모래

단위: 천 m³

구분		2014	2015	2016	2017	2018	계	구성비
수요		87,417	88,297	89,153	89,469	90,539	444,875	-
공급		91,856	90,783	91,513	91,238	96,687	462,077	100%
허가	계	56,234	54,839	55,093	54,638	60,138	280,942	60.80%
	하천골재	4,371	4,454	4,490	4,502	4,549	22,366	4.80%
	바다(연안)	12,430	10,430	10,430	9,890	16,000	59,180	12.80%
	바다(EEZ)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	100,000	21.60%
	산림골재	12,412	12,770	12,913	12,960	13,045	64,100	13.90%
	육상골재	7,021	7,185	7,260	7,286	6,544	35,296	7.70%
신고	계	35,622	35,944	36,420	36,600	36,549	181,135	39.20%
	선별파쇄	24,892	29,385	29,420	29,600	29,549	142,846	30.90%
	준설토	10,730	6,559	7,000	7,000	7,000	38,289	8.30%
반입		38,970	38,899	39,438	39,577	40,174	197,058	42.60%
반출		38,970	38,899	39,438	39,577	40,174	197,058	

자료: 국토교통부(2014. 2), p. 103

2018년 4월 27일, 남북 정상은 ‘판문점 선언’을 통해 상호 협력을 약속했으며, 이로 인해 고품질의 북한의 바다모래가 들어와 이러한 모래 수급 문제²⁶⁾를 해결할 것으로 기대되고 있다. 남북정상회담으로 인해 바로 바다모래 수급이 원활해지지는 않을 것이지만 장기적으로는 골재 수급 안정에 영향을 미칠 것으로 전망되고 있다.

26) 2004년부터 반입하기 시작한 모래의 경우 한때 1,500만 m³ 가량 수입되기도 했으나 2009년 4월 북한의 미사일 발사와 2010년 천안함 사건 이후로 수입이 완전히 끊김

제3절 국내 바다모래 물류 경로

1. 바다모래 기종점

1) 바다모래의 항만별 기종점

전국 연안화물 O/D조사는 「국가통합교통체계효율화법」에 근거해 수행하는 5년 단위의 정기조사로서, 전국 항만을 통해 수송되는 연안화물을 대상으로 항만과 항만 간의 항만O/D와 항만과 내륙지역 간의 내륙O/D를 조사한다.²⁷⁾ 가장 최근의 연안화물 O/D조사 결과가 2013년에 작성된 것으로 이 값을 기준으로 바다모래의 해상운송 경로를 분석했다.

EEZ의 바다모래는 기타항으로 분류되고, 기종점 결과가 있는 비금속화물의 약 88%를 모래가 차지하고 있기 때문에 기타항 기점 타 항만으로의 기종점 화물이 바다모래의 해상운송을 대표한다.²⁸⁾ 이에 2012년 기준 바다모래의 해상운송 구간 기종점 분석 결과를 보면 기타항에서 인천항으로의 구간이 기타항을 기점으로 한 전체 물동량(22,368천 톤)의 58.5%를 차지하고 있고, 그 다음은 평택당진항(5.1%), 진해항(4.9%), 목포항(4.8%), 부산항(4.8%), 마산항(4.4%) 등의 순으로 나타났다.

비금속 광물의 항만 간 기종점(O/D) 분포를 보면, 기타항→인천항으로 입항된 화물이 전체의 58.5%에 해당하는 약 13.1백만 톤으로 가장 많은 물동량을 보여주고 있다. 이 화물은 서해 EEZ 지역 등에서

27) 국가교통DB(검색일: 2018. 10. 1).

28) 이호춘(2009. 12), p. 39. 기타항은 주로 연안항, 북한항, EEZ, 해외 항만을 포함함(국토교통DB(2013), p. 50).

채취한 후 인천항(인근 지역)으로 반입된 바다모래가 대부분이다. 그리고 기타항→진해항으로 약 1.1백만 톤이 운송되었는데 이 화물은 남해 EEZ 지역에서 채취한 후 진해항 인근지역으로 반입된 물량이다.

〈표 2-15〉 바다모래의 기종점 항만 물동량(2012년 기준)

단위: 천 톤

항만 (종점)	인천항	평택 당진항	진해항	목포항	부산항	마산항	광양항	울산항	포항항
기타항 (기점)	13,092 58.5%	1,149 5.1%	1,102 4.9%	1,077 4.8%	1,075 4.8%	995 4.4%	863 3.9%	696 3.1%	617 2.8%
항만 (종점)	장항항	제주항	군산항	삼천포항	서귀포항	고현항	완도항	보령항	여수항
기타항 (기점)	615 2.7%	448 2.0%	185 0.8%	166 0.7%	122 0.5%	108 0.5%	43 0.2%	11 0.05%	4 0.02%

주: 모래를 포함한 비금속광물의 O/D 결과임

자료: 국토교통DB(2013), pp. 49~50

해양수산부의 통합 PORT-MIS 통계 시스템을 이용하여 모래 품목의 항만별 입출항 실적을 정리한 결과, EEZ를 포함한 기타항의 모래 출하량이 2016년에는 2015년에 비해 4.4% 증가했다가 2017년에는 남해 EEZ 모래 채취 금지로 전년에 비해 36.7% 감소했다. 전체 모래 출하량에서 EEZ 등 기타항이 차지하는 비중은 2015년과 2016년에는 99% 이상이었으나, 2017년에는 97.3%로 약 2%p 감소했다.

〈표 2-16〉 모래 EEZ의 출항 물동량 변화(2015~2017년 기준)

단위: 만 톤(R/T), %

출항항만	2015년	2016년	2017년	증감률(CAGR)	
				2015~2016	2015~2016
기타항	2,983	3,113	1,972	4.4%	-36.7%
전체	2,994	3,139	2,027	4.8%	-35.4%
기타항비중	99.6%	99.2%	97.3%		

자료: 해양수산부, 통합 PORT-MIS, 「품목별 화물 처리 실적」(검색일: 2018. 10. 23)

2016년 모래 입항 물동량은 2015년 대비 102.3% 증가한 6,185만 톤을 기록했으나 남해 EEZ 모래 채취 금지로 2017년에는 전년대비 66.3% 감소한 2,083만 톤을 기록했다. 지난 3년간(2015~2017년) 모래의 주요 입항 항만은 인천항(59.1%), 진해항(6.6%), 마산항(5.5%), 부산항(5.0%), 평택·당진항(4.5%), 울산항(3.9%), 목포항(3.7%)의 순이다. 바다모래 채취장소가 있는 서해 EEZ(군산 서측 90km 해역)와 남해 EEZ(통영시 남방 70km 해역)²⁹⁾에 가까운 항만인 인천항, 평택·당진항, 진해항, 마산항, 부산항 등의 입항 실적이 높은 편이다.

〈표 2-17〉 항만별 모래의 입항 물동량 변화(2015~2017년)

단위: 만 톤(R/T), %

입항항만	2015년	2016년	2017년	3년 평균비중	증감률	
					2015~2016	2016~2017
인천	1,756	3,598	1,284	59.1%	104.9%	-64.3%
진해	207	434	125	6.6%	109.9%	-71.2%
마산	185	358	97	5.5%	93.8%	-72.8%
부산	133	328	111	5.0%	147.3%	-66.3%
평택·당진	166	235	87	4.5%	42.3%	-63.1%
울산	120	253	74	3.9%	111.8%	-70.7%
목포	96	225	91	3.7%	134.6%	-59.8%
군산	83	132	54	2.5%	59.6%	-58.7%
제주	45	148	57	2.2%	229.0%	-61.4%
삼천포	62	106	34	1.8%	70.5%	-68.2%
광양	90	95	6	1.6%	5.6%	-93.8%
고현	34	145	24	1.5%	324.1%	-83.8%
포항	50	67	17	1.2%	34.0%	-74.1%
서귀포	22	56	20	0.9%	153.7%	-64.9%
여수	4.8	1.9	0.5	0.1%	-59.7%	-72.6%
통영	2.0	2.1	0.6	0.04%	5.0%	-73.5%
경인항	2.7	0.0	0.0	0.03%	-99.6%	-100.0%
완도	1.5	0.3	0.3	0.02%	-81.9%	0.0%
속초	0.0	0.7	0.7	0.01%	-	0.0%
입항 총계	3,058	6,185	2,083	100.0%	102.3%	-66.3%

자료: 해양수산부, 통합 PORT-MIS, 「품목별 화물 처리 실적」(검색일: 2018. 10. 23)

29) 부록2 EEZ 골재채취단지 참조.

2017년 기준 모래의 주요 입항항은 인천항으로 1,284만 톤으로 전체 모래 입항 물동량의 61.7%를 차지하고, 그 다음으로 진해항 6.0%, 부산항 5.3%, 마산항 4.7%, 목포항 4.3%, 평택·당진항 4.2%, 울산항 3.6% 등의 순으로 지난 3년간 평균과 유사하다. 남해 EEZ 모래 채취 금지로 인천항으로 입항되는 물량 비중은 다소 증가한 반면, 진해항, 부산항, 마산항, 울산항으로 입항되는 물량비중은 감소되었다.

〈표 2-18〉 항만별 모래의 입출항 실적표(2017년 기준)

단위: 만 톤(R/T)

입항항만	입항량(R/T)	비율(%)	출항항만	출항량(R/T)	비율(%)
인천	1,284	61.7%	기타	1,972	97.3%
진해	125	6.0%	동해·묵호	23.5	1.2%
부산	111	5.3%	목포	13.0	0.6%
마산	97	4.7%	광양	5.1	0.3%
목포	91	4.3%	평택·당진	3.7	0.2%
평택·당진	87	4.2%	속초	3.4	0.2%
울산	74	3.6%	고현	1.7	0.1%
제주	57	2.7%	인천	1.5	0.1%
군산	54	2.6%	부산	1.1	0.1%
삼천포	34	1.6%	여수	0.9	0.04%
고현	24	1.1%	울산	0.7	0.03%
서귀포	20	0.9%	서귀포	0.4	0.02%
포항	17	0.8%	진해	0.3	0.01%
광양	6	0.3%	마산	0.2	0.01%
속초	0.7	0.03%	삼척	0.02	0.001%
통영	0.6	0.03%	-	-	-
여수	0.5	0.03%	-	-	-
완도	0.3	0.01%	-	-	-
입항 총계	2,083	100.0%	출항 총계	2,027	100.0%

자료: 해양수산부, 통합 PORT-MIS, 「품목별 화물 처리 실적」(검색일: 2018. 10. 1)

2) 바다모래의 지역별 기종점

부산항, 고현항, 마산항, 울산항, 포항항 등 부산 및 영남권에 위치한 항만에 입항한 모래는 100%가 영남권에 공급된다. 인천항에 입항한 모래는 수도권으로 100% 공급된다. 평택항, 장항항 등 충청권에 위치한 항만에 입항한 모래는 대부분이 충청권에서 소비된다. 군산항, 목포항, 광양항에 도착한 모래는 호남권으로 100% 공급되는 등 지역성 자재의 특징을 보이고 있다. 한편 EEZ의 바다모래 등 기타항에 입항한 모래는 대부분(83.1%)이 영남권으로 공급되고 제주항에 입항한 모래는 전국으로 운송된다. 이러한 모래의 지역별 기종점 특징으로 봤을 때 모래는 물류비를 최소화시키기 위해 가장 가까운 지역에 공급되는 지역성 자재임을 알 수 있다.

〈표 2-19〉 모래의 항만별·권역별 기종점 비율(2012년 기준)

단위: %

권역	부산항	인천항	평택항	장항항	군산항	목포항	광양항	고현항	마산항	울산항	포항항	제주항	기타항	계
수도권	-	100.0	25.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	59.5
강원권	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0
충청권	-	-	74.2	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	6.2
호남권	-	-	-	-	100.0	100.0	100.0	-	-	-	-	-	4.6	10.0
영남권	100.0	-	-	-	-	-	-	100.0	100.0	100.0	100.0	-	83.1	21.5
전국	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0	11.5	2.7

자료: 국토교통DB(2013), p. 59

모래의 항만별 시도별 기종점 비율을 살펴보면, 부산항에 입항한 모래는 경남지역에 60.1%, 부산지역에 39.9%가 공급된다. 인천항의 경우에는 76.8%가 경기도에 공급된다. 기타항의 바다모래는 부산항에 72.8%가 공급된다. 모래는 최종수요지가 대부분 레미콘공장으로 물류비뿐만 아니라 육상운송 시간의 한계 때문에 항만의 인근 지역에 공급되고 있다.

〈표 2-20〉 모래의 항만별·시도별 기종점 비율(2012년 기준)

단위: %

항만 시도	부산	인천	평택 당진	장항	군산	목포	광양	고현	마산	울산	포항	제주	기타	계
서울	-	8.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2
부산	39.9	-	-	-	-	-	-	100.0	-	-	-	-	72.8	9.1
대구	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.6	-	-	0.6
인천	-	14.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	8.3
광주	-	-	-	-	-	4.9	18.4	-	-	-	-	-	-	0.9
대전	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
울산	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0	-	-	-	2.9
경기	-	76.8	25.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.0
강원	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0
충북	-	-	31.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5
충남	-	-	42.4	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	4.7
전북	-	-	-	-	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6
전남	-	-	-	-	-	95.1	81.6	-	-	-	-	-	4.6	8.4
경북	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76.4	-	0.5	2.1
경남	60.1	-	-	-	-	-	-	-	100.0	-	-	-	9.8	6.8
제주	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.0	11.5	2.7
전국	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료: 국토교통DB(2013), p. 59

2. 모래운반선 등록 현황

2017년 말 기준 내항화물운송사업 등록업체를 살펴보면 화물선인 모래(채취) 운반선의 업체 수는 18개사이고 보유 척수는 19척이며, 총톤수는 36,815톤(G/T)이다. 부산인 모래운반선은 총 61개사가 86척을 보유하고 있으며 총톤수는 204,240톤(G/T)이다.³⁰⁾

모래 물동량이 많은 항만이 소속된 지방해양수산청에 등록된 모래 채취 화물선과 운반선 수가 많다. 예를 들면 인천지방해양수산청에는 모래채취선 3척이 있고, 모래 운반선 47척(전체 보유수의 54.7%)

30)한국해운조합(2018), p. 66.

이 있으며, 부산지방해양수산청에는 모래채취선 2척, 모래운반선 17척(전체 보유수의 19.8%)을 가지고 있다.

〈표 2-21〉 모래채취선 및 모래운반선 등록 현황(2017년 기준)

단위: 개, 척, 톤

지방해양 수산청	모래채취 화물선			모래운반선		
	업체수	척수	총톤수	업체수	척수	총톤수
인천	3	3	4,056	28	47	114,242
부산	2	2	3,992	14	17	36,938
마산	2	2	2,189	4	5	8,134
목포	5	5	11,792	4	5	10,082
제주	2	3	5,781	3	3	12,922
울산	2	2	3,943	2	3	9,040
평택	0	0	0	2	2	3,562
여수	1	1	1,657	1	1	207
군산	1	1	3,405	1	1	6,032
포항	0	0	0	1	1	870
대산	0	0	0	1	1	2,211
동해	0	0	0	0	0	0
계	18	19	36,815	61	86	204,240

자료: 한국해운조합(2018), pp. 68~91

3. 바다모래 물류 프로세스

항만 간 운송이 복잡하게 발생하는 여타 다른 화물들과 달리 바다 모래는 채취지인 연안이나 EEZ 바다에서 선박을 이용하여 항만으로 직접 운송된 후 레미콘 공장이나 건설현장의 수요처인 육상으로 이동하는 비교적 단순한 구조를 가지고 있다.³¹⁾ 바다모래 채취지는 채취허가지와 채취물량에 따라 값이 변화하는데, 작년에 정부가 발표한 골재수급 안정화 대책에 따르면 서해 EEZ에서 전체 바다모래 채취량의 38.1%(800만 m³), 웅진연안에서 28.6%(600만 m³), 남해 EEZ에

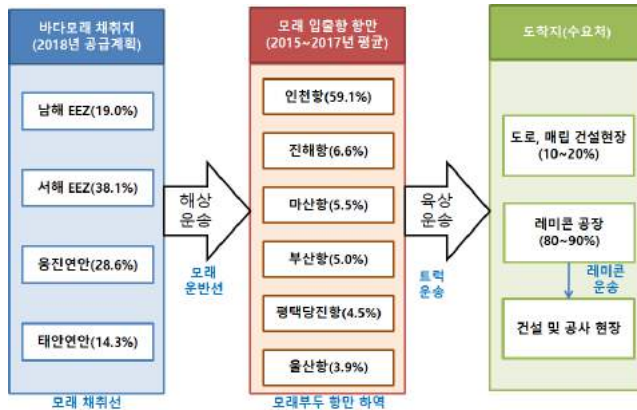
31) 이호춘(2009. 12), p. 41.

서 19.0%(400만 m³), 태안 연안에서 14.3%(300만 m³)를 채취할 예정이다. 바다모래 채취량은 허가 및 공급계획, 대체모래 등의 사용 여부에 따라 변동성이 있다.

바다에서 채취된 바다모래는 모래운반선을 이용하여 경유지인 입출항 항만으로 이동한다. 서해 EEZ, 웅진연안에서 채취된 바다모래는 대규모의 배후지인 서울, 경기 등 수도권이 가까운 인천항에서 60.6%를 처리한다.

레미콘은 제품특성상 믹서 배출 후 일반적으로 90분 이내에 건설 현장까지 운송하여 타설이 완료되어야 하므로 생산, 운송, 타설 등의 공정별 소요시간이 중요하다.³²⁾ 이에 대부분 모래가 반입된 항만을 중심으로 반경 50km 내외의 레미콘 업체로 흘러들어가고, 일부가 도로 건설현장 등에 사용되고 있다.³³⁾

〈그림 2-3〉 바다모래 물류프로세스



자료: 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6 〈표 2-17〉, 이호춘(2009. 12), p. 41의 자료를 기반으로 저자 작성

32) 한국레미콘공업협회(검색일: 2018. 10. 2).

33) 이호춘(2009. 12), p. 41.

일본도 모래 및 자갈 등 골재의 유통 및 물류프로세스가 유사하다. 골재의 상적 유통구조는 골재생산자가 생콘크리트업자³⁴⁾, 콘크리트 2차제품 제조업자, 건설업자에게 직접 납품하거나 중간에 판매업자나 판매협동조합을 거쳐 유통하고 있다.

〈그림 2-4〉 일본 골재의 상적 유통 구조



자료: 일본 경제산업성(2017a) 자료를 기반으로 저자 작성

일본의 골재 물류 프로세스는 골재 채취장에서 트럭을 이용하여 공장이나 현장으로 이동되거나 선박을 통해 항만(부두)을 경유하고 여 트럭을 이용하여 공장과 현장에 운송되고 있다. 일부 골재는 철도 운송을 통해 공사현장으로 수송되고 있다.

〈그림 2-5〉 일본 골재의 물류 프로세스



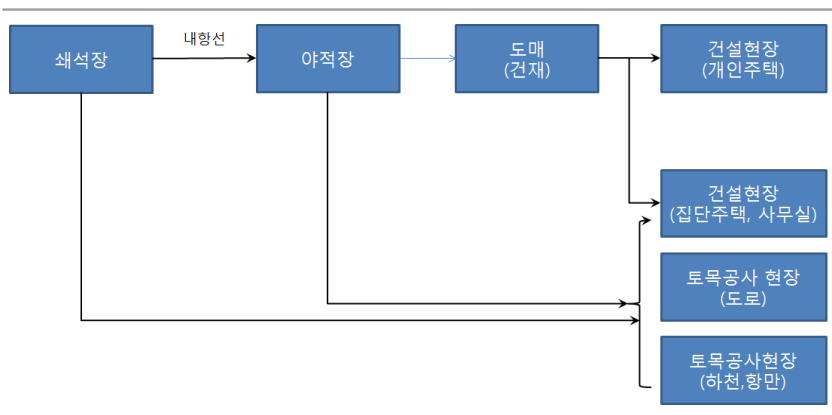
자료: 일본 경제산업성(2017a) 자료를 기반으로 저자 작성

일본의 모래는 최종적으로 사무실, 주택 건설현장, 도로 등 토목공사에 공급되는 것이 대부분이다. 건설자재의 물류 프로세스는 설편

34) 바로 사용할 수 있도록 조합하여 만들어 둔 콘크리트.

장 및 채취장에서 수요에 대응하여 물류가 발생하고 있다. 개인주택 등의 건설현장은 공급량이 적어 건설자재 물류 프로세스에 도매가 들어가 있으며 시멘트 등 다른 자재도 함께 공급하고 있다. 반면에 도로, 하천, 항만 등 토목공사 현장은 규모가 크기 때문에 공사장 인근의 채석장과 항만 등이 있는 야적장에서 현장에 직접 수송하는 경우가 많다.

〈그림 2-6〉 일본 모래 물류 프로세스



자료: 노무라 종합연구소(2017), p. 1 자료를 기반으로 저자 작성

제4절 수입모래 공급 특징 및 물류 경로

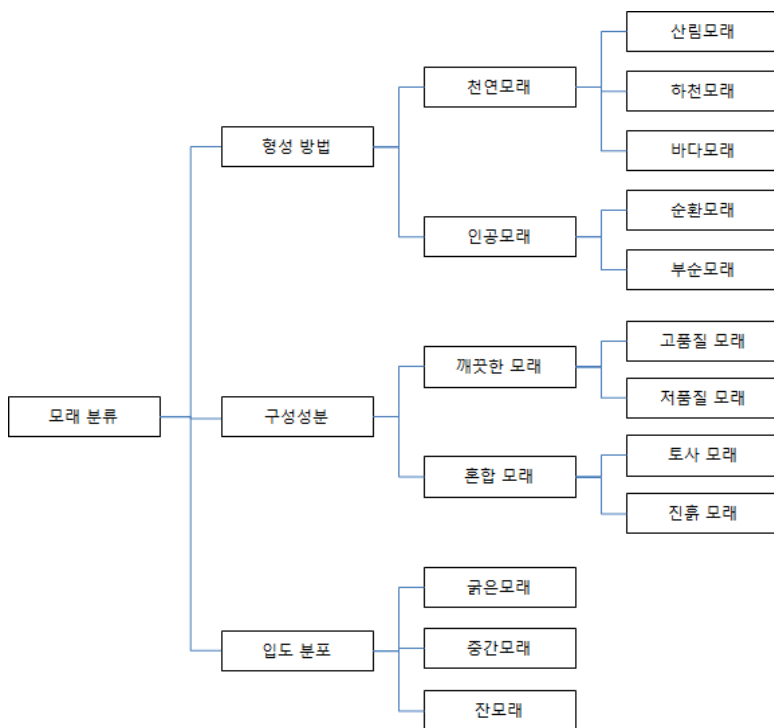
1. 글로벌 모래 시장 분석

모래는 수천 년 동안의 암석 침식으로 형성된 천연 골재이다.³⁵⁾ 모래는 시멘트, 모르타르, 타일, 벽돌, 유리, 접착제, 세라믹 등과 같

35) 이하 문단은 Marius Dan Gavriltea(2017), pp. 1-2의 내용을 요약하였다.

은 다양한 건축 자재에서 주성분으로 사용될 뿐 아니라 물 여과, 화학 물질 및 금속 가공 및 플라스틱 산업에서 중요한 역할을 한다. 여러 요인(크기, 밀도, 조성 등)에 따라 모래의 사용 분야가 달라진다. 모래는 특성에 따라 여러 범주로 분류할 수 있다.

〈그림 2-7〉 모래 분류



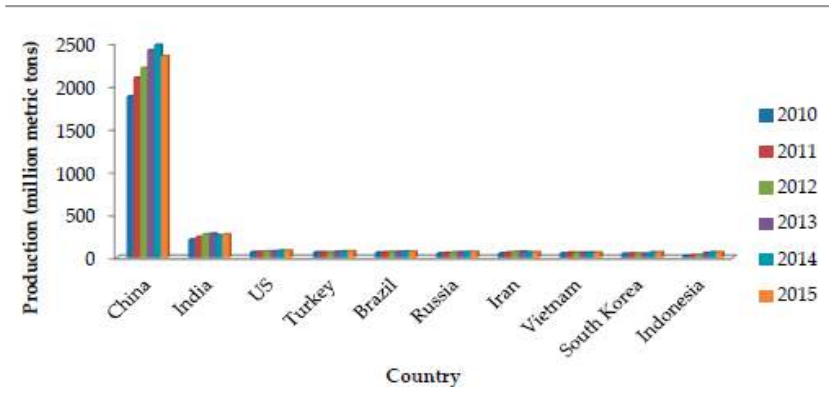
자료: Marius Dan Gavriltea(2017), p. 2의 자료를 기반으로 저자 작성

현재 모래 주요 생산국은 중국, 인도, 미국, 터키, 브라질, 러시아, 이란, 베트남, 한국, 인도네시아 순(2015년 기준)이다.³⁶⁾ 경제침체인

36) 위의 책, p. 3.

이탈리아와 스페인을 제외한 모든 국가에서 2010년 이래 모래 및 자갈 생산량 증가했다.³⁷⁾

〈그림 2-8〉 모래 주요 생산국



자료: Marius Dan Gavriltea,(2017), p. 3

모래 주요 수출국은 미국(22.0%), 독일(8.4%), 네덜란드(8.1%), 중국(6.8%), 벨기에-룩셈부르크(6.1%), 호주(5.9%), 베트남(5.7%), 캄보디아(5.7%), 프랑스(2.8%), 말레이시아(2.3%) 순이다(2014년 기준).³⁸⁾

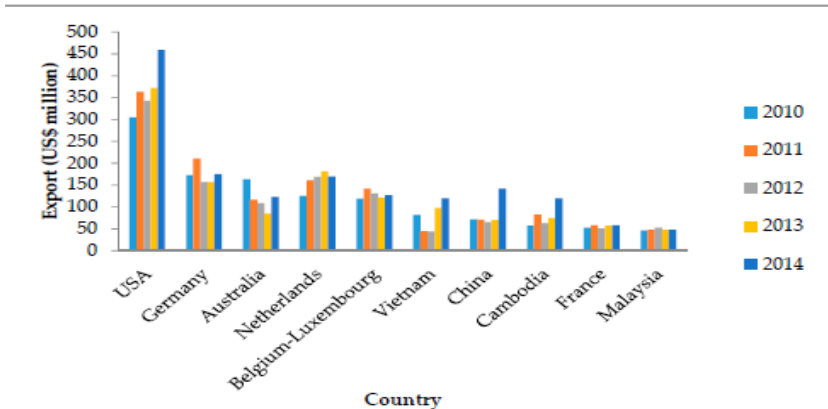
2010년에서 2014년 사이 미국은 유일하게 모래 수출이 완만한 상승 추세이다. 다른 국가의 경우 큰 상승세 보이지 않는데 이는 모래 생산 감소 또는 내부에서의 사용이 원인이다. 2014년 모래 수출 총 규모는 20억 9천만 달러로 단 다섯 국가 (미국 459백만 달러, 독일 175백만 달러, 네덜란드 170백만 달러, 중국 142백만 달러, 벨기에/룩셈부르크 127백만 달러)에서 수출한 모래가 전 세계 모래 수출의 53%를 차지한다.³⁹⁾

37) 위의 책, p. 4.

38) 위의 책, pp. 4-5.

39) 위의 책, p. 4.

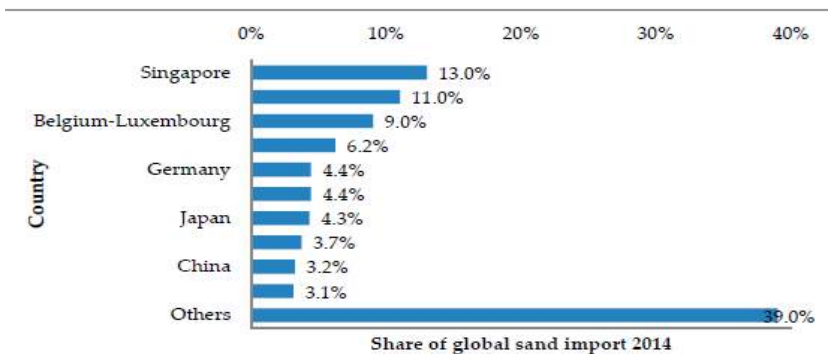
〈그림 2-9〉 모래 주요 수출국



자료: Marius Dan Gavriltea(2017), p. 4

독일, 네덜란드, 중국은 가장 큰 모래 수입국이자 수출국이다. 나라마다 다른 종류의 모래를 사용하기 때문에 나타난 현상이다. 가령 중국과 개도국에서는 도시화와 경제 성장으로 인해 건축용 모래를 필요로 하지만 선진국들은 유리, 전자 산업 등에 모래를 사용하고 있다.⁴⁰⁾

〈그림 2-10〉 모래 주요 수입국



자료: Marius Dan Gavriltea(2017), p. 8

40) 위의 책, p. 7.

현재 중국은 세계 최대의 건축 시장으로 많은 건설용 모래를 필요로 하고 있다. 중국의 3년간(2011~2013년) 시멘트 소비량은 미국의 20세기 전체 시멘트 소비를 훨씬 상회한다.⁴¹⁾ 이로 인하여 중국 포양 호수에서 매년 236백만 m³의 모래가 채취되고 있는데 이 채취량은 미국에서 가장 큰 모래 광산 3개를 합친 것보다도 훨씬 큰 수치다.⁴²⁾ 미국의 경우에는 캘리포니아 몬테레이 북쪽 해변에서 건설용 모래가 유일하게 채굴되고 있으며, 멕시코에 본사를 둔 건설회사인 Cemex사는 이곳에서 해마다 27만 m³의 모래를 채취하고 있다.⁴³⁾ 점점 육지 채석장과 강바닥의 모래 자원이 고갈됨에 따라 모래 채취업자들은 바다모래를 채취하려고 하고 있다. 예를 들면 영국은 해저에서 자국에서 사용하는 모래의 약 5분의 1을 얻고 있다.⁴⁴⁾

2. 글로벌 모래 수급 불균형 원인

1) 모래 수요의 폭발적 증가 원인

2011년 인구는 70억 명에 이르렀고 계속 증가하고 있다. 오늘날 세계 인구의 약 54%가 도시에 거주하고 있으며 2050년에는 66%에 이를 것으로 추정된다. 지속적인 세계 인구 증가와 도시화는 건설 산업의 수요를 늘린다. 콘크리트는 세계에서 가장 널리 사용되는 건축 자재이며 콘크리트의 생산을 위해서는 톤 당 약 6~7톤의 모래와 자갈이 필요하여 모래 수요는 폭발적으로 증가하고 있다.⁴⁵⁾

41) The Washington Post(검색일: 2018. 5. 9).

42) The Guardian(검색일: 2018. 2. 19).

43) The Guardian(검색일: 2018. 2. 19).

44) The Guardian(검색일: 2018. 2. 19).

45) Marius Dan Gavriltea(2017), p. 3.

아파트, 마천루, 오피스건물, 쇼핑몰 등 모든 건축물은 콘크리트로 만들어지고 있고, 콘크리트는 모래와 자갈과 시멘트로 만들어진다. 또한 건물 사이를 연결하는 아스팔트 도로 또한 모래로 만들어지고, 건물에 있는 유리 창문들도 모래로 만들어지고 있다. UN에 따르면 도시 지역의 거주 인구는 1950년 이래 현재까지 4배 이상 증가해 전 세계 인구의 절반 이상이 도시에 거주하고 있고, 향후 30년 후에는 25억 명이 더 추가될 전망이다. 이러한 세계적인 도시화 붐에 따라 콘크리트와 아스팔트의 핵심 성분인 모래의 수요가 지속적으로 증가하고 있다.⁴⁶⁾

예를 들면 중국, 상하이는 금융의 중심지로 2000년 이래 7백만 명의 인구가 늘어 2300만 명이 되었다. 지난 10년간 무수한 도로 및 인프라 시설을 건설했을 뿐만 아니라 뉴욕 평균보다도 높은 고층건물이 대부분이다. 이로 인하여 지난 몇 년간 미국이 20세기 전체에 걸쳐 쓴 것보다 더 많은 시멘트를 사용했으며, 작년 한 해에만 뉴욕 전체를 1인치 깊이로 덮을 수 있는 건설용 모래를 사용했다. 인도 또한 매년 사용하는 건설 모래 양이 2000년 이래 3배 이상 증가했으며, 지금도 빠르게 상승 중이다.⁴⁷⁾

한편 사막은 지구 지표의 거의 20%를 차지하며 그 중 20~30%가 모래로 덮여 있지만 건축에 적합하지 않은 형태여서 사막으로 둘러싸인 중동의 국가들도 다량의 모래를 수입하고 있다.⁴⁸⁾ 두바이는 사막에 위치하고 있음에도 불구하고 호주에서 모래를 수입해야할 정도로 특정 종류의 건설용 모래에 대한 수요가 높다.⁴⁹⁾

46) The Guardian(검색일: 2018. 2. 19).

47) The Guardian(검색일: 2018. 2. 19).

48) Marius Dan Gavriltea(2017), p. 1.

49) The Guardian(검색일: 2018. 2. 19).

2) 모래 채취의 환경적 영향 인식에 의한 모래 채취 금지 추세

가. 모래 채취의 환경적 영향⁵⁰⁾

채굴 과정이 사회적, 경제적 이득 등 사회에 끼치는 긍정적 영향 때문에 모래 채취는 이뤄지고 있다. 경관 개선, 새로운 저수지와 물 공급 시스템 조성 등의 긍정적인 요소가 있다.

〈표 2-22〉 모래 채취의 긍정적인 영향

구분	주요 영향	결과
육지	사면 안정성(Slope Stability) 증가	식물과 slope stability의 상호 연결
	경관 개선	토양 습도 향상
	폐기물 처리	새로운 생태계 발달
수질	새로운 저수지와 물공급 시스템 조성	수중/육상 생태계 지지
	소류사(bedload) 감소로 인한 안정적 채널 구축	동식물 서식지 상태 조절
대기	먼지 제어	공기 오염 저하

자료: Marius Dan Gavriltea(2017), p. 16

이러한 모래 채굴의 긍정적인 영향에도 불구하고, 강바닥(river bed)에서 모래 준설 시 환경피해 총 7가지로 인하여 모래 채취 및 수출을 금하는 국가가 증가하고 있다. 모래 채취에 의한 환경 피해 첫 번째는 강바닥에 사는 생물과 유기체의 서식지가 파괴된다는 것이다. 중국 최대 호수인 포양 호수는 멸종위기종인 민물 돌고래의 얼마 되지 않는 서식지 중 하나인데, 모래 채취 과정에서 발생하는 소용돌이와 소음이 돌고래의 시력과 음파 탐지능력을 방해하여 먹이 섭취를 어렵게 만들고 있다.

두 번째 부정적인 영향은 강 근처 생태계가 파괴된다는 것이다. 포

50) The Guardian(검색일: 2018. 2. 19)의 내용을 요약하여 서술하였다.

양호수에서 준설선으로 퍼내는 모래의 양이 본래 호수 모래 유출량의 30배여서 호수의 수위가 급격히 낮아지고 있다. 이로 인하여 수질이 떨어지고 주변 환경의 습지화로 이어져 지역 동물 및 인간에게 큰 피해를 입히고 있다.

세 번째 부정적인 영향은 퇴적물로 인해 물이 흐려지고 물고기가 질식하고 있다는 것이다. 네 번째 부정적인 영향은 햇빛 차단으로 수중 식물이 죽어가고 있다는 것이다.

다섯 번째 부정적인 영향은 인프라 시설에 대한 직접적인 피해가 발생하고 있다는 것이다. 모래를 빨아올리는 과정에서 침전물에 의해 수로가 막히고, 흙의 양이 적어짐에 따라 교량지지 기반이 약해져 교량이 붕괴되고 있다. 2000년 대만 다리 붕괴, 2001년 포르투갈 다리 붕괴, 2016년 인도 다리 붕괴 등이 그 예이다. 그리고 상하이 주변 지역에서는 최근까지 양쯔강이 모래의 공급을 담당하고 있었으나 교량 훼손, 강둑 붕괴 등의 피해가 야기되면서 4억 명의 인구에게 물을 제공하지 못하게 되자 2000년부터 양쯔강에서의 모래 채취를 금지했다.

여섯 번째는 어업 피해가 발생하고 있다는 것이다. 예를 들면 포양 호수의 어부들은 어업생존권에 타격을 받아 모래 사업장에서 파트타임으로 일하며 생계를 유지하는 등의 피해가 발생했다. 일곱 번째는 물의 방향이 바뀔으로써 길이 막히거나 구덩이가 생겨 연어들이 회귀하지 못했다는 것이다.

바다에서 모래 채취의 환경적 영향은 복잡적이며 심각한 피해를 입히며, 복원 비용은 매우 높고 복원이 불가능한 경우도 종종 있다. 모래채광은 대기, 동식물, 수질, 토양, 육지에 부정적인 영향을 미친다. 긍정적인 영향이 드물게 존재하지만 본 보고서에서는 부정적인 것에 우선순위를 두고 영향을 최소화할 수 있는 방안을 연구하고자 한다.

〈표 2-23〉 모래 채취의 부정적인 영향

구분	주요 영향	결과
대기	대기 오염 농도 증가	인류 건강 위기
동식물	서식지 상실	물고기 개체 수 변화, 잡초 증가
	서식지 물리적 교란	수생 생물군 해체, 동물 종 개체 수 변화
	식생파괴	농지 및 방목지 축소
물	물 혼탁도	식물 광합성 감소, 양분 매개변수 변화, 수생 동물 섭식 활동 방해, 수중 산소량 감소, 식물 플랑크톤 조성, 산란/부화 교란, 수생 동물 호흡 곤란, 어류 종 다양성에 부정적 변화, 수생 동물 감염 및 사망, 수중 미세 입자 재분배
	토양 및 연안 침식 증가	해수 침입, 인프라 시설 영향
	수질 악화	염분 증가, 수자원 영향, 수처리 비용 증가
	수질 오염	종 다양성 영향
	강바닥 침몰 및 변형	강 주변 우물 소실, 측면 채널 침식/불안정, 지하수에 부정적 영향, 수로 침전, 사면과 제방 안정성 영향
토양	토양 침식	홍수 조절 및 해류 변화
	토양 질 저하	비옥한 지역의 감소, 토양 구성성분 변화(납, 비소, 수은 농도 증가)
	토양 침식	수로, 습지 및 호수 오염
육지	경관 장애	극적인 풍경 변화, 삼림 벌채, 해수욕장 소실, 자연 폭풍 대응을 위한 모래 보유량 감소
	광산에서 유도되는 지진파	-
	구조 안정성	공공/사유 재산 피해

자료: Marius Dan Gavriltea(2017), p. 15

나. 전 세계 모래 채취 및 수출 금지 추세

얼마 전까지 모래는 주로 산림 채석장과 강바닥에서 채취되었으나 최근 바다모래의 채취가 현저히 증가하고 있다. 부정적인 환경 영향 때문에 바다모래 채취 활동도 현재 각종 국제법, 지역법 등으로 엄격히 규제되고 있다. 이러한 규정에는 유엔 해양법 협약(UNCLOS: United Nations Convention on the Law of the Sea), 환경 영향 평가

지침(85/337/EEC, Environmental Impact Assessment Directive) 및 심해광업법(Deep Sea Mining Act, 2014) 등이 있다.⁵¹⁾

바다 모래 채취 및 수출에 따라 모래 수출국의 섬 소실이 발생하여 아시아권 국가들이 모래 수출을 금지하고 있다. 예를 들면, 인도네시아의 경우 준설된 모래가 싱가포르 간척 사업에 주로 이용되어 2005년 이래 인도네시아의 24개 이상의 섬이 완전히 없어졌다. 이로 인하여 싱가포르의 주변국은 모래 거래로 해변과 강이 황폐화되어 인도네시아, 말레이시아, 베트남은 싱가포르로의 모래 수출을 금지했다.⁵²⁾

동남아 모래 수입을 다루려면 먼저 국가 협약을 해야 하고 보조적 수단으로만 사용해야 한다. 해외에서 모래는 땅(국토) 개념이므로 수출에 대한 국가 반감이 매우 큰 편이며, 동남아국가인 베트남, 인도네시아, 캄보디아도 수출 금지국이 되어,⁵³⁾ 현 상황에서는 동남아 국가에서의 국내 모래 수입도 어려운 실정이다.

그리고 중국 일대일로 사업, 베트남 대형인프라 구축 사업 등으로 세계 모래의 70% 이상이 아시아 지역에서 사용되었다.⁵⁴⁾ 모래 수요가 급증해 전 세계적으로 모래가 고갈됨에 따라 중국, 캄보디아, 베트남, 인도네시아, 베트남 등 주요 모래 채굴 국가가 모래 수출을 금지하고 있다.

결론적으로 인구증가, 도시화로 인한 모래 수요가 폭발적으로 증가하고 있지만, 환경문제에 대한 인식과 영토 소실이라는 문제 인식에 의한 모래 채취 및 수출 금지로 세계 모래 시장은 수요와 공급의 불균형이 지속되고 있다.

51) Marius Dan Gavriltea(2017), p. 14.

52) The Guardian(검색일: 2018. 2. 19)

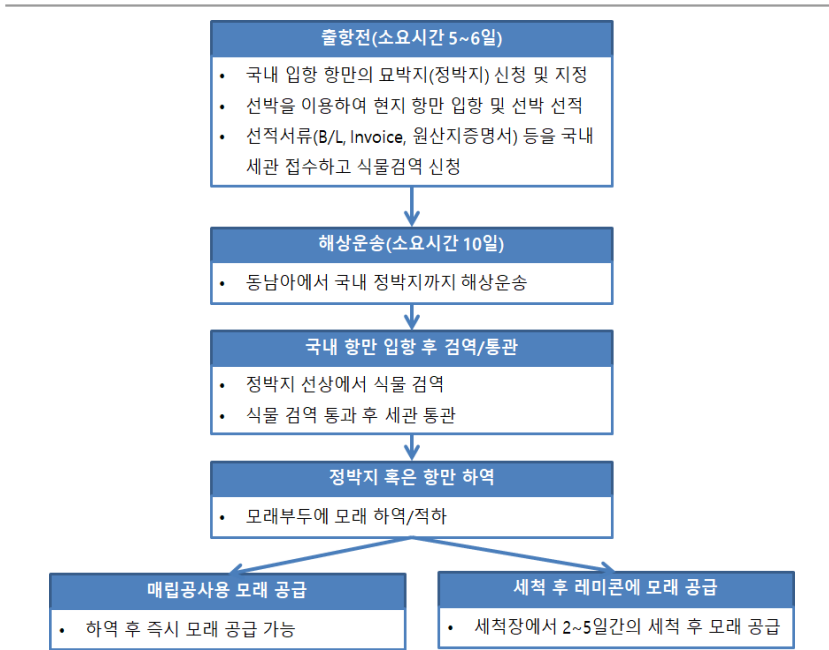
53) The Guardian(검색일: 2018. 2. 19)

54) 한국경제신문(검색일: 2018. 9. 30)

3. 수입모래 물류 프로세스⁵⁵⁾

수입모래는 수출국에서 출항 전에 수입국 입항 항만의 정박지 허가를 받아야 한다. 출항 시 구비서류로는 B/L(선화증권), INVOICE, 원산지증명서, 성적서(식물, 미생물 등)이 있는데, 이 구비서류는 수입국의 관계기관인 세관, 환경부 지정 검사 대행기관 등에 허가를 받아야 한다. 출항 전 서류 처리하고 현지 선박에 모래를 선적하는 데 5~6일 정도가 소요된다.

〈그림 2-11〉 수입모래 물류프로세스



인터뷰 자료: 건일엔지니어링 바다모래 전문가 인터뷰 결과(2018.9.28, 부산) 및 N2P사 수입모래 전문가 전화인터뷰 결과(2018.10.25., 부산)를 바탕으로 저자 작성

55) 건일엔지니어링 바다모래 전문가 인터뷰 결과(2018.9.28, 부산) 및 N2P사 수입모래 전문가 전화인터뷰 결과(2018.10.25., 부산)를 바탕으로 정리하여 작성

그다음 수입모래선에 실린 모래는 말레이시아 등 동남아에서 약 10일 동안 해상운송으로 국내 묘박지까지 운송된다.

그 다음 입항 시 구비서류를 제출하고, 묘박지(정박지) 선상에서 식물 검역을 실시한 후 검역이 통과되면 세관을 통과하는데 총 2일이 소요된다. 그 다음 모래를 항만에 적하한다.

동남아 국가에서 모래를 수입하여 국내 항만에 반입하는 데 소요되는 시간은 운항시간, 통관시간 등을 고려할 때 최소 17일 내지 18일이 소요된다.

수입된 모래가 항만 매립용으로 사용되지 않고 레미콘용으로 사용될 경우에는 국내 입항 시 세척장 등을 활용하여 최소 2~5일간의 세척작업이 필요하다.

제 3 장

바다모래 의존도 높은 이유 분석

제1절 바다모래 가격 구조 분석

국내 바다모래 가격은 EEZ 채취 제한 전 m^3 당 14,000원 수준이었으나 2018년 현재 중부지방이 20,000원 중후반, 남부지방이 30,000원 이상인 것으로 파악되고 있다.⁵⁶⁾ 실제 해양수산부와 해양환경관리공단의 연구에서 2017년 부산, 인천, 전남, 제주 지역의 바다골재 채취업체를 방문하여 조사한 바에 의하면, 전남(목포)이 17,000원, 인천이 20,000원, 부산이 28,000원, 제주가 25,000~30,000원인 것으로 조사되어 14,000원에 비해 많게는 2배 이상 오른 곳도 있었다.⁵⁷⁾ 이는 남해 EEZ 채취 제한으로 인해 서해 EEZ에서 채취한 바다모래를 부산이나 제주 등 남부지방으로 운송하면서 발생하는 운송비의 증가가 가장 큰 원인으로 분석된다.

56) Business Post(2018. 5. 8)

57) 손규희 외(2017. 10), p. 69.

〈표 3-1〉 국내 바다골재 채취 업체현황 및 공급가

지역	업체명	채취장소	골재용도		공급가(원)
			레미콘	건축용	
전남(목포)	금호개발	서해 EEZ	95%	5%	17,000(2017. 7)
부산	신원해운	서해 EEZ	100%	-	28,000(2017. 7)
인천	한아해운	연안, 서해 EEZ	95%	5%	20,000(2017. 8)
제주	대양해운	서해 EEZ	95%	5%	25,000~30,000(2017. 9)

자료: 손규희 외(2017. 10), p. 50

해양수산부 보고서에 따르면, 웅진군(인천항으로부터 약 40km 거리)에서 1일 2,000m³를 생산하는 연안 바다모래 채취기업인 A사의 경우 채취원가는 3,522원/m³로 분석되었다.

〈표 3-2〉 국내 연안 바다모래 채취 원가 분석(A사의 경우)

구분		금액	비고
비목			
공사원가	노무비	50,089,764	1개월
	경비	60,936,430	1개월
	합계	111,053,194	1개월
일반관리비		5,552,659	합계 × 5% (1개월)
총원가		134,096,730	1개월
월간채취량		40,000	2,000m³/일 × 20일
m³당 원가		3,352	총원가 / 월간채취량

자료: 해양수산부(2005. 3), p. 100

또한 동 보고서에서는 어청도 근해에서 모래를 채취하여 인천 외항까지 운송하고, 다시 분석·이적하여 내항부두에 하역하는 방식으로 EEZ 모래를 채취·반입하고 있는 B사의 EEZ 바다모래 가격구조를 분석하였다. 아래 표를 보면 전체 15,900원 중 해상운송비(용선료+유류대)가 38%(6,000원)로 가장 높은 비율을 차지하고 있었으며, 이는 해상운송비⁵⁸⁾ 단가가 약 24.9원/km가 되는 것으로 추정할 수 있

다. 이를 고려해서 어청도-부산 간 약 600km의 운송에 적용했을 때 약 15,000원의 해상운송비가 발생할 것을 예상할 수 있어, 부산의 바다모래 단가가 약 24,900원 정도 될 것으로 추정해 볼 수 있다.

〈표 3-3〉 국내 EEZ 채취 모래 가격 분석(B사의 경우)

비목	금액		비율	비고
점사용료	880		6	-
채취(펌핑)비	2,000		13	-
해상운송비 (용선료+유류대)	6,000		38	어청도-인천외항(150마일)착 기준 (자가선박 기준)
분선(이적)비	2,500		16	채취·운반선 직접 접안 시 절약 가능한 비용(가격인하 효과)
하역비	600	3,100	20	노조비
세척비	2,200			-
선별비				-
상차비	300			인건비 부담
잡비	200	420	3	-
종합소득세	100			-
협회비	120			-
이윤	1,000		4	-
계	15,900		100	-

자료: 해양수산부(2005. 3), p. 101

이에 비해 일본은 바다모래 단가가 많이 높은 것으로 조사되었다. 해양수산부와 해양환경관리공단의 연구에 따르면, 일본의 바다모래 가격은 용도별, 지역별로 차이가 있으나 대개 3,000~4,600엔 사이에 형성되어 있다고 한다.⁵⁹⁾ 이는 지역별 연안에서 채취한 바다모래 기준 가격이며, 전체 평균 3,600엔은 한국 A사의 연안 바다모래 채취 가격인 3,352원과 비교하면 10배 이상 비싼 가격이고 B사의 EEZ 바

58) 어청도-인천항 간 거리 약 241km(150마일)로 계산.

59) 손규희 외(2017. 10), p. 69.

다모래 채취 가격인 15,900원과 비교해도 2배 이상 비싼 가격으로 우리나라 바다모래 단가가 많이 저렴한 것으로 조사되었다.

〈표 3-4〉 일본 바다모래 가격

지역	용도	단가(엔)*	비고
오키나와	콘크리트(세척 有)	3,250	항만시설 내
	콘크리트(세척 無)	3,000	
	케이스 채우기 용도	3,050	육상적치
		2,750	항만시설 내(해상)
후쿠오카	콘크리트(세척 有)	2,950	-
타카마쓰	콘크리트(세척 有)	3,600	-
히로시마	콘크리트(세척 有)	3,400	육지, 산, 강
오사카	콘크리트(세척 有)	4,000	-
나고야	콘크리트(세척 有)	4,000	육지, 산, 강
니가타	콘크리트(세척 有)	3,900	육지, 산, 강
도쿄	콘크리트(세척 有)	4,600	육지, 산, 강
센다이	콘크리트(세척 有)	3,500	육지, 산, 강
홋카이도	콘크리트(세척 有)	4,600	육지, 산, 강
평균	-	3,585	-

주: * 오키나와는 2015년 기준, 오키나와 외에는 2017년 기준

자료: 손규희 외(2017. 10), p. 106

제2절 바다모래 공급 비중 변화

1. 국내 바다모래 사용 동기 및 비중 변화

국내 골재는 매년 예측된 수요 계획에 따라 공급되고 있다. 특히 바다를 포함하는 하천, 산림, 육상 등에서 채취하는 골재들은 모두 허가를 받아 공급되고 있으며, 이는 전체 골재 공급량에 약 40~50%의 비중을 차지하고 있다.

〈표 3-5〉 국내 골재 수요 계획 및 공급 실적

단위: 천 m³

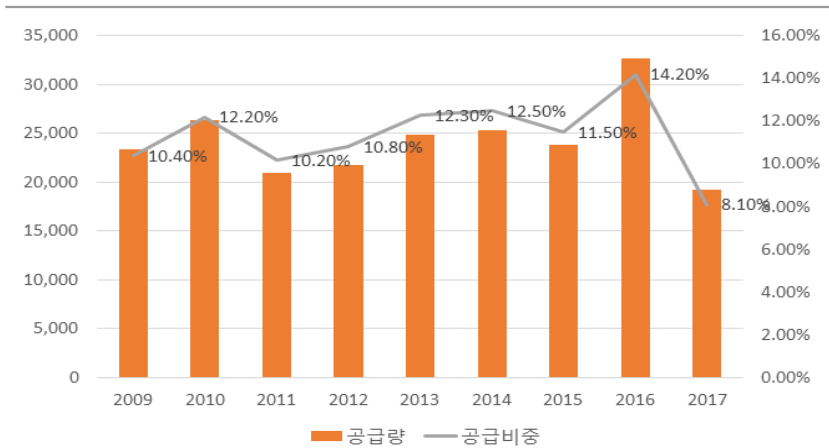
년도	수요	공급 총계	허가 채취					신고	순환 및 기타
			소계	하천	바다	산림	육상		
2009년	224,744	131,624	-	-	23,419	-	-	-	-
	(100%)	(58.6%)			(10.4%)				
2010년	216,519	137,316	-	-	26,348	-	-	-	-
	(100%)	(63.4%)			(12.2%)				
2011년	206,403	133,526	-	-	20,993	-	-	-	-
	(100%)	(64.7%)			(10.2%)				
2012년	201,101	129,757	-	-	21,717	-	-	-	-
	(100%)	(64.5%)			(10.8%)				
2013년	201,175	149,892	83,009	1,714	24,836	52,429	4,030	66,883	51,283
	(100%)	(74.5%)	(41.3%)	(0.9%)	(12.3%)	(26.1%)	(2%)	(33.2%)	(25.5%)
2014년	201,424	145,092	85,093	3,851	25,294	51,955	3,993	59,999	56,332
	(100%)	(72%)	(42.2%)	(1.9%)	(12.5%)	(25.8%)	(2%)	(29.8%)	(28%)
2015년	203,417	157,935	88,310	1,315	23,784	58,774	4,437	69,625	45,482
	(100%)	(77.6%)	(43.4%)	(0.6%)	(11.5%)	(28.6%)	(2.2%)	(34.2%)	(22.4%)
2016년	230,639	197,898	118,104	2,952	32,738	78,143	4,271	79,794	32,741
	(100%)	(85.8%)	(51.2%)	(1.3%)	(14.2%)	(33.9%)	(1.9%)	(34.6%)	(14.2%)
2017년	235,982	228,179	98,489	2,708	19,197	60,538	16,046	83,782	45,908
	(100%)	(96.7%)	(41.7%)	(1.1%)	(8.1%)	(25.7%)	(6.8%)	(35.5%)	(19.5%)

자료: 2009~2012년 - 손규희 외(2017. 10), p. 19; 2013~2017년 - 국토교통부 골재자원정보관리시스템, 「골재수급계획(2016)」(검색일: 2018. 5. 10)

이 중 바다모래는 전체 골재 공급량의 약 10% 이상을 차지하고 있는 중요한 골재자원으로서 매년 20,000천~30,000천 m³씩 채취되고 있다. 바다모래는 1990년대 중반까지만 하더라도 일부 미세척된 바다모래가 유통되면서 품질관리가 문제점으로 대두되었으나, 최근에는 세척이 완벽하게 이루어지고 있고 또한 그 입도(Grading)나 입형, 조립률(Fineness Modulus) 등이 양호하여 콘크리트용 골재로서 많이 사용되고 있다.⁶⁰⁾ 바다모래는 지난 2016년에는 약 32,738천 m³가 공

급되어 전체 골재 공급량 중 14.2%나 되는 비중을 차지하고 있다가 2017년 1월, 남해 EEZ 공급 중단 및 웅진·태안군 연안 바다모래 협의 지연으로 공급이 줄어 2017년에는 8.1%로 비중이 줄어들었다.

〈그림 3-1〉 국내 바다모래 공급량 및 비중 변화



자료: 2009~2012년 - 손규희 외(2017. 10), p. 19; 2013~2017년 - 국토교통부 골재자원정보관리시스템, 「골재수급계획(2016)」(검색일: 2018. 5. 10)

바다모래는 연안과 EEZ 내에서 채취되고 있다. 2010년까지는 연안에서 채취되는 양이 약 60% 정도로 EEZ에서 채취되는 양보다 많았으나 2011년부터는 EEZ 채취가 더 많은 비중을 차지하게 되었다.

EEZ에서의 골재채취는 2001년도 부산신항 건설 등 국책사업의 골재공급을 위하여 개별업체에 대한 남해 EEZ의 골재채취가 허가되면서 시작되었으며, 신규 산업단지 조성 및 공공시설 개발, 수도권 등의 골재수급 안정을 위하여 2004년도부터 서해 EEZ에 대한 골재채취도가 허가되었다.⁶¹⁾ 원래 남해 EEZ 골재채취는 부산신항, 울산신

60) 한국건설산업연구원(2004. 6. 26), p. 10.

61) 손규희 외(2017. 10), p. 45.

항, 거제 고현항에 대한 항만 매립용도로 국책용으로만 한정되어 있었으나 2010년 1차 지정변경 시 레미콘 및 건설자재 등 일반 건설재료용으로 사용이 가능하도록 변경되어 최근에는 대부분이 민수용으로 공급되게 되었다.⁶²⁾

〈표 3-6〉 국내 연안 및 EEZ(서해, 남해) 바다모래 공급 비중

년도	연안		EEZ		서해	남해				
						소계	국책용		민수용	
	합계	비중	합계	비중			채취량	비중	채취량	비중
2008년	10,185	62.8%	13,318	56.7%	3,226	2,803	2,803	100%	-	-
2009년	13,794	58.9%	9,625	41.1%	5,871	3,754	3,754	100%	-	-
2010년	16,057	60.9%	10,291	39.1%	4,021	6,270	6,270	100%	-	-
2011년	10,369	49.4%	10,624	50.6%	7,534	3,090	952	30.8%	2,138	69.2%
2012년	9,108	41.9%	12,609	58.1%	6,088	6,521	275	4.2%	6,246	95.8%
2013년	10,938	44.0%	13,898	56.0%	4,625	9,273	1,105	11.9%	8,168	88.1%
2014년	13,364	52.8%	11,930	47.2%	3,128	8,802	1,275	14.5%	7,527	85.5%
2015년	10,066	42.3%	13,718	57.7%	3,724	9,994	1,304	13.0%	8,690	87.0%
2016년	13,194	45.1%	16,092	54.9%	4,420	11,672	2,811	24.1%	8,861	75.9%
합계	107,075	47.8%	116,746	52.2%	45,765	70,981	21,832	30.8%	49,149	69.2%

자료: 손규희 외(2017. 10), p. 21, 45

2. 국외 바다모래 채취 동향

1) 일본

일본은 1964년 동경올림픽까지 주로 하천골재를 사용했으며, 이는 전체 골재공급량의 79%로 대부분을 차지하였으나 이후 동일본에서의 육지골재, 산골재의 이용이 증가하였고 서일본에서는 바다골재가 많이 사용되었다.⁶³⁾ 또한 일본은 2000년대에 들어서기 전까지는 세

62) 위의 책, p. 23.

계 최대의 바다골재 채취국이었으나 이후 바다골재 채취량이 급격히 감소하고 있으며,⁶⁴⁾ 전체 골재 공급량 중 차지하는 비중이 2000년 9.0%에서 2015년 4.2%로 절반 이상 감소하였다.⁶⁵⁾

〈표 3-7〉 일본 골재 수요 및 공급량

단위: 백만 톤

년도	수요			공급								
	합계	콘크리트용	도로기타용	합계	모래소계	하천	산	육지	바다		골재소계	기타
2000년	734	500	234	734	278	25	80	107	66	(9.0%)	431	25
2001년	746	475	271	746	263	24	76	106	57	(7.6%)	463	20
2002년	708	445	263	708	232	20	69	92	50	(7.1%)	454	22
2003년	639	418	221	639	219	19	76	84	40	(6.3%)	398	22
2004년	590	397	193	590	199	19	62	81	38	(6.4%)	369	22
2005년	549	401	148	549	188	19	59	76	34	(6.2%)	338	23
2006년	544	395	149	544	171	18	56	71	26	(4.8%)	350	23
2007년	508	366	142	508	152	14	54	59	24	(4.7%)	336	20
2008년	456	331	125	456	139	13	55	49	22	(4.8%)	299	18
2009년	390	278	112	390	118	11	45	44	18	(4.6%)	258	14
2010년	380	262	118	380	100	10	33	40	17	(4.5%)	264	16
2011년	373	264	109	373	95	11	29	38	17	(4.6%)	264	14
2012년	381	276	105	381	98	11	30	40	17	(4.5%)	268	15
2013년	405	296	109	405	106	13	32	42	19	(4.7%)	283	16
2014년	398	282	116	398	102	13	31	40	18	(4.5%)	280	16
2015년	383	264	119	383	93	11	28	38	16	(4.2%)	275	15

자료: 일본 경제산업성 제조산업국 소재산업과(2017)

일본의 모래 채취와 관련된 하천, 산, 육지, 바다 등 지역별 채취장 수 및 종업원수, 채취량 등은 다음의 표와 같으며, 2015년 기준으로 바다에서 채취되고 있는 모래는 8,981천 m³로 전체 모래 채취량의

63) 손규희 외(2017. 10), p. 62.

64) 위의 책, p. 63.

65) 일본 경제산업성 제조산업국 소재산업과(2017)

23.4% 정도를 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 특히 관련 자료에 따르면, 대부분의 바다모래가 후쿠오카와 나가사키, 오키나와 등에서 채취되고 있는 것으로 조사되었다.

〈표 3-8〉 일본 전체 골재 채취량

채취지역	채취장수	종업원수	채취량(천 m³)				
			합계	자갈	모래	옥석	옥쇄
하천	644	2,467	6,673	4,120	2,083	343	125
산	381	964	15,948	3,759	11,910	68	210
육지	1,201	1,765	21,956	12,986	6,882	909	1,177
바다	134	513	9,471	489	8,981	-	-
기타	537	1,817	21,392	11,007	8,535	465	1,384
합계	2,897	7,526	75,442	32,362	38,393	1,787	2,898

자료: 일본 경제산업성(2017), p. 7

〈표 3-9〉 일본 지역별 골재 채취량

채취지역	채취장수	종업원수	채취량(천 m³)				
			합계	자갈	모래	옥석	옥쇄
북해도	2	9	55,850	-	55,850	-	-
아키타	2	5	4,742	-	4,742	-	-
니가타	1	5	26,402	-	26,402	-	-
시마네	3	9	29,375	480	28,884	11	-
야마구치	3	86	1,151,030	487,860	663,170	-	-
고치	10	31	316,457	885	315,572	-	-
후쿠오카	14	63	2,569,302	-	2,569,302	-	-
사가	3	24	758,418	-	758,418	-	-
나가사키	27	171	2,374,962	-	2,374,962	-	-
오이타	5	12	126,100	-	126,100	-	-
가고시마	22	66	669,736	-	669,736	-	-
오키나와	42	32	1,388,711	-	1,388,711	-	-
합계	134	513	9,471,085	489,225	8,981,849	11	-

자료: 일본 경제산업성(2017), p. 1~3

일본은 이렇게 생산한 모래를 꾸준히 수출하고 있으며, 그 양은 2016년 기준으로 690만 톤에 달하는 것으로 조사되었다. 반대로 일본의 수입모래는 지속적으로 감소하여 2016년에는 56만 톤에 불과한 것으로 조사⁶⁶⁾되었다.

〈표 3-10〉 일본 모래 수출입 통계

단위: 천 톤

구분	수출	수입
2005	1,914	4,248
2006	2,041	3,320
2007	2,219	1,199
2008	2,737	432
2009	2,136	597
2010	3,059	574
2011	5,632	747
2012	5,872	865
2013	5,954	882
2014	6,434	568
2015	6,434	619
2016	6,923	560

자료: 일본 사단법인 골재협회 내부자료(2017)

2) 유럽 및 미국

유럽 및 미국에서는 해양골재를 건설/산업(Construction/industrial), 해변양빈(Beach nourishment), 건설/개간(Construction fill/land reclamation), 비골재자원 사용(Non-aggregate)을 위해 채취하고 있다.⁶⁷⁾ 이는 ICES(International Council for the Exploration of the Sea)의 WGEXT(Working Group on the Effects of Extraction of Marine

66) 특히 2007년 이후 수입이 급감했는데 그 이유는 2007년 3월부터 중국 정부가 자국 모래 수요 증가로 인해 수출을 전면적으로 금지했기 때문이라고 함

67) 손규희 외(2017. 10), p. 80.

Sediments on the Marine Ecosystem) 워킹그룹에서 매년 바다골재 채취현황을 유럽 국가별로 조사 및 공개하고 있으며, 본 연구에서는 이를 조사하여 바다골재 현황 및 추이를 분석하였다.

2017년 자료에 따르면, 네덜란드가 15,903,845㎥를 채취해 유럽에서 가장 많은 바다골재를 채취한 것으로 조사되었으며, 이는 전년 대비 60.9%로 약 2/3 수준으로 감소한 것으로 조사되었다. 영국도 이와 비슷한 11,320,181㎥를 채취했으며, 전년 대비 63.2%로 채취량을 감소시킨 것으로 조사되었다. 덴마크, 폴란드를 제외하고는 대부분 같은 수준을 유지하고 있거나 채취량을 많이 감소시킨 것으로 조사되었다.

〈표 3-11〉 유럽 및 미국 국가별 바다골재 채취현황(2016년)

단위: ㎥

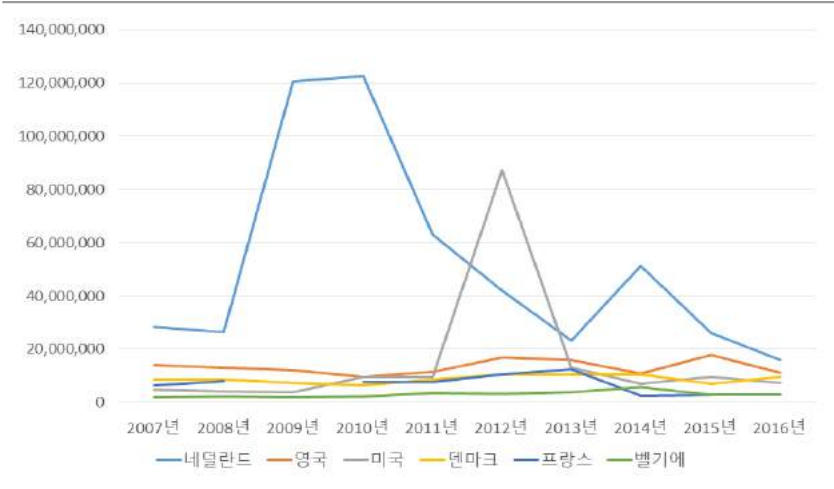
국가명	건설/ 산업골재	해빈보호/ 양빈	매립/ 토지개간	비골재	총채취량	
					채취량	전년 대비 비율
네덜란드	6,689,005	9,004,289	-	210,551	15,903,845	60.9%
영국	10,146,869	650,863	522,449	-	11,320,181	63.2%
미국	-	4,828,404	-	2,485,568	7,313,972	76.7%
덴마크	3,874,552	2,148,111	3,551,183	-	9,573,846	136.6%
프랑스	2,740,816	-	-	265,400	3,006,216	102.1%
벨기에	2,733,181	298,229	-	-	3,031,410	107.8%
폴란드	360,578	470,000	-	-	830,578	133.0%
포르투갈	148,323	30,865	-	-	179,188	59.5%

자료: ICES(2017.4), pp. 5-6.

ICES WGEXT의 10년 간 자료를 기반으로 유럽 및 미국 국가별 바다골재 채취 추이를 정리하면 다음의 표와 같다. 이 중 네덜란드는 10년 동안 연평균 51,940,647㎥의 바다골재를 채취해오고 있으며, 특히 2009년과 2010년에는 1억 2,000천 ㎥ 이상의 바다골재를 채취해 가장 많은 채취국으로 조사되었다. 그러나 이후로 채취량을 급속히 줄여 2016년에는 15,903,845㎥를 채취한 것으로 조사되었다. 영

국, 미국, 프랑스 등도 네덜란드만큼은 아니지만 평균 대비 높은 감소 추세를 보이고 있는 것으로 조사되었다.

〈그림 3-2〉 국내 바다모래 공급량 및 비중 변화



자료: ICES(2008~2017) / KMI 종합

〈표 3-12〉 10년간 유럽 국가별 바다골재 채취 추이

단위: m³

국가명	네덜란드	영국	미국	덴마크	프랑스	벨기에
2007년	28,413,475	13,988,289	4,754,000	8,640,000	6,429,700	1,989,845
2008년	26,468,449	12,976,019	4,247,217	8,640,000	8,008,088	2,268,385
2009년	120,700,339	12,164,267	3,853,826	7,206,000	-	1,962,176
2010년	122,532,435	9,700,454	9,450,499	6,500,000	7,711,588	2,176,404
2011년	62,948,704	11,515,069	9,450,499	8,640,000	7,711,588	3,477,343
2012년	41,899,276	16,792,353	87,361,707	10,700,000	10,618,000	3,210,000
2013년	23,167,720	16,025,702	13,189,351	10,700,000	12,512,500	3,959,633
2014년	51,271,582	10,780,177	7,012,706	10,700,000	2,717,224	5,820,000
2015년	26,100,648	17,925,554	9,529,784	7,006,527	2,943,428	2,811,000
2016년	15,903,845	11,320,181	7,313,972	9,573,846	3,006,216	3,031,410
평균	51,940,647	13,318,807	15,616,356	8,830,637	6,850,926	3,070,620

자료: ICES(2008~2017) / KMI 종합

3. 국내외 바다모래 사용 비중 비교

일본은 2000년까지 9% 정도 비중을 차지하고 있다가 점점 감소하여 2015년 현재 4.2% 정도의 비중을 차지하고 있다. 이에 비해 한국은 오히려 2016년까지 지속적으로 증가하다가 2017년에서야 10% 이하로 떨어졌으나 아직까지 일본에 비해 2배 이상의 비중을 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 아래 표에서 2015년 자료를 보면 일본은 총수요 3.83억 톤 중 바다모래 채취는 0.16억 톤으로 전체 4.2%에 해당되지만 한국은 약 2억 m³ 중 0.24m³, 즉 11.7%를 바다모래로 충당하고 있어 일본에 비해 한국의 바다모래 채취 비중이 높은 것으로 조사되었다.

〈표 3-13〉 한국 및 일본 바다모래 채취량 및 비중 비교

연도	한국(천 m ³)*			일본(백만 톤)**		
	총수요	바다모래 채취량	비중	총수요	바다모래 채취량	비중
2000년	-	-	-	734	66	9.0%
...
2009년	224,744	23,419	10.4%	390	18	4.6%
2010년	216,519	26,348	12.2%	380	17	4.5%
2011년	206,403	20,993	10.2%	373	17	4.6%
2012년	201,101	21,717	10.8%	381	17	4.5%
2013년	201,175	24,836	12.3%	405	19	4.7%
2014년	201,424	25,294	12.6%	398	18	4.5%
2015년	203,417	23,784	11.7%	383	16	4.2%
2016년	230,639	32,738	14.2%	-	-	-
2017년	235,982	19,197	8.1%	-	-	-

자료: * 2009~2012년 - 손규희 외(2017. 10), p. 19; 2013~2017년 - 국토교통부 골재자원정보관리시스템, 「골재수급계획(2016)」(검색일: 2018. 5. 10)

** 일본 경제산업성 제조산업국 소재산업과(2017)

2015년 기준으로 앞의 자료들을 종합하여 인구 1인당 채취량을 정리하면 아래의 표와 같다. 한국을 포함하는 8개 국가의 전체 바다모래 채취량은 약 1.8억 m^3 이고 전체 인구는 약 6.6억 명으로 인구 1인당 0.28 m^3 정도의 바다모래를 채취하는 것으로 조사되었고 한국은 약 1.7배 높은 0.47 m^3 를 채취하는 것으로 조사되었다. 이는 네덜란드 1.54, 덴마크 1.23에 비해서는 많이 낮은 수치이나 조사된 나머지 국가들에 비해서는 상대적으로 많은 바다모래를 채취하는 것으로 조사되었다.

〈표 3-14〉 한국 및 타국가별 인구 1인당 바다모래 채취량(2015년 기준)

국가	2015년 기준			
	바다모래 채취량* (천 m^3)	인구** (천명)	인구 1인당 채취량	
			(m^3 /인)	한국 대비
한국	23,784	51,015	0.47	1
일본	8,981	127,141	0.07	0.15
네덜란드	26,101	16,940	1.54	3.28
영국	17,926	65,129	0.28	0.60
미국	95,230	320,897	0.3	0.64
덴마크	7,007	5,683	1.23	2.62
프랑스	2,943	66,624	0.04	0.09
벨기에	2,811	11,274	0.25	0.53
합계	184,783	664,703	0.28	0.60

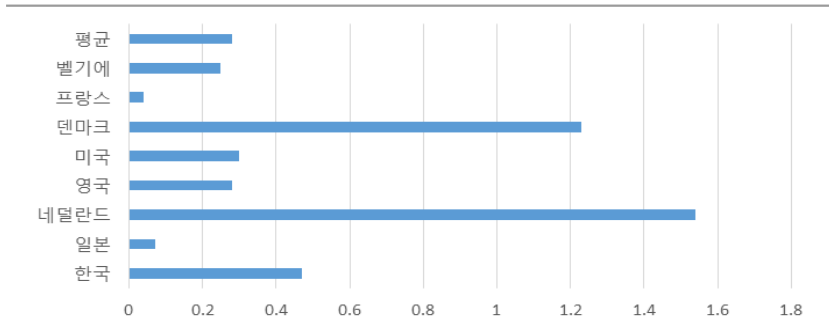
자료: * '한국' 국토교통부 골재자원정보관리시스템, 「골재수급계획(2016)」(검색일: 2018. 5. 10)

'일본' 일본 경제산업성 제조산업국 소재산업과(2017)

'유럽 및 미국' ICES, WGEXT REPORT 2016, pp. 30-31

** The World Bank, 「DataBank」(검색일: 2018. 5. 29)

〈그림 3-3〉 한국 및 타국가별 인구 1인당 바다모래 채취량 비교(2015년 기준)



자료: 〈표 3-14〉를 기반으로 저자 작성

제3절 바다모래 관련 이해관계자의 의견 분석

바다모래와 관련되어서는 공급과 수요 측면에서 이해관계자 간 의견이 상충되고 있다. 바다모래 공급 측면의 이해관계자들은 해양·수산업계에 종사하는 사람들로 지속되는 바다모래 채취로 인해 수산자원의 서식지가 훼손되고 자원량이 감소했으므로 채취를 중단해야 한다는 의견을 피력하고 있으며, 반대로 수요 측면의 이해관계자들은 건설업계에 종사하는 사람들로 건설시장에서 필수 재료인 모래를 확보하기 위해서는 바다모래의 지속적인 채취가 불가피하다는 의견을 제시하고 있다.⁶⁸⁾

한국해양수산개발원의 2003년 연구에 따르면, 바다모래는 동식물 플랑크톤의 서식 등 해양생태계의 기능을 할 뿐만 아니라 수산자원의 산란 및 서식지의 기능을 수행하며, 해류 및 파랑으로부터 해안을 보호하는 등 중요한 해양자연자원의 기능을 수행하고 있다고 한다.⁶⁹⁾

68) 한국해양수산개발원(2017), p. 85.

특히 바다모래는 주요 강의 하구둑, 증상류의 댐, 수중보 건설로 육지로부터의 모래공급이 대부분 중단된 상태로 사실상 그 부존량이 한정된 자연자원이며, 지속가능하게 보전해야 할 대상으로 보고 있다.⁷⁰⁾ 바다모래 사용 증가원인으로는 육상모래자원의 고갈 및 육상 모래채취에 관한 환경규제의 강화, 정부차원의 바다모래보전 종합 대책 부재 및 관련부처의 다원화, 골재수요를 충족하기 위한 범정부 차원의 공급관리정책 부재 등으로 보고 있다.⁷¹⁾

이로 인해 최근 선갑도 신규 바다모래 채취와 관련해서 건설업체와 수협 및 인천시민사회단체연대가 맞서고 있다. 시민연대는 지난 1984년부터 30년이 넘는 기간 동안 인천 앞바다에서 서울 남산의 5배가 넘는 2억 8천만 m^3 의 바다모래가 채취되어 섬 백사장이 자갈밭이 되고 수산동식물 산란장과 서식지가 파괴되었음에도 불구하고 또 다시 향후 5년간 5천만 m^3 의 바다모래를 파내려하고 있다며, 세계적으로도 유례가 없는 바다에 대한 만행이라 규탄하고 있다.⁷²⁾ 수협중앙회 또한 바다모래 채취에 대해 반대하고 있으며, 바다모래채취 움직임이 가시화되고 있는 선갑도 바다모래 채취에 대해 공동 대응에 나서기로 했다고 한다.⁷³⁾ 이와는 반대로 건설업체 측은 여주에 쌓여있는 강모래와 수도권매립지에 쌓여있는 순환골재를 사용하기에는 불순물 처리 비용과 운송비를 감당할 수 없어 바다모래의 사용이 필요하다는 의견이며 허가권자인 웅진군의 경우도 모래채취업자들이 내고 있는 공유수면점사용료로 어민소득 증대를 위한 각종 사업들을 추진 중에 있어 건설업체와 의견이 같다고 한다.⁷⁴⁾

69) 한국해양수산개발원(2003. 12), p. 143.

70) 위의 책, p. 143.

71) 위의 책, p. 143.

72) 인천뉴스(검색일: 2018. 2. 20).

73) 세계일보(검색일: 2018. 9. 12).

한국건설산업연구원의 2004년 연구에 따르면, 모래를 포함하는 골재는 건설공사의 필수 자재로서, 성장 기반의 확충을 위한 사회간접자본 및 주택 건설의 확대 등으로 인하여 그 수요가 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 바다모래는 1990년대 초반까지만 하더라도 염분의 함유로 인한 철근 부식 등의 문제로 인하여 사용을 기피하는 경향이 있었으나 그 이후 세척 시설이 확대 및 보급됨에 따라 우수한 품질의 골재 자원으로 인식되고 있어 수요가 증가했다고 한다.⁷⁵⁾ 바다모래 사용이 줄면, 마사토, 점토질 모래, 저급한 재생모래 등 품질 낮은 골재가 대량 사용되어 장기적으로 건조수축이나 동결융해가 심화되어 건설 구조물의 수명이 크게 단축될 가능성이 높기 때문에 건설구조물의 품질 측면에서 바다모래 사용이 필요하다고 하고 있다.⁷⁶⁾ 이러한 문제를 해결하기 위해서는 환경 보호와 골재 수급 안정이라는 두 가지의 정책적 목표를 모두 달성할 수 있는 정책적 대안 수립이 필요하다.

전국바다골재협의회에서도 최근 군산대가 1년여간 수행한 서해 EEZ 골재단지 어업피해조사를 기반으로 바다골재채취와 어업피해의 상관관계는 미미한 것으로 입증됐으니 현재 골재업계가 처해있는 부조리한 현실과 위기상황을 극복하기 위해 국회 및 정부에 대책마련을 촉구하고 있다.⁷⁷⁾

이러한 양측의 문제를 해결하기 위해서는 북한산 모래 수입이 필요하다는 의견이 제시되고 있다. 전국바다골재협의회는 지난 2018년 4월 25일 통일부에 ‘북한산 모래 수입 재개 제안서’를 제출했으며, 2004년부터 2009년까지 북한의 바다와 하천 등에서 5,611만 톤에 달

74) 인천뉴스(검색일: 2018. 2. 20).

75) 한국건설산업연구원(2004. 6), p. 1.

76) 위의 책, p. 2.

77) 충청신문(검색일: 2018. 9. 3).

하는 모래를 수입한 바 있어 바로 준설 공사가 가능하다는 입장이다.

78) 해양수산부에서도 북한을 통해 필요한 모래 자원을 수입할 수도 있을 것이라고 발표했다. 해양수산부 김영춘 장관은 2018년 9월 27일 정부세종청사에서 남포항, 해주항 등 북한 항만 개발에 따른 준설 작업에서 나올 모래를 수입할 수 있다고 언급했으며, 북한의 이익과 바다모래가 필요한 남쪽의 이익이 충분히 만날 수 있는 것이라고 했다.⁷⁹⁾

이를 정리하면 다음의 두 표와 같으며, 특이사항으로는 바다모래 공급자인 웅진군이 모래채취업자들이 내고 있는 공유수면점사용료로 어민소득 증대를 위한 각종 사업들이 추진되고 있어 이를 반대하지 않고 있다는 것을 들 수 있겠다.

〈표 3-15〉 바다모래 채취 반대 의견 종합

구분	분류	배경	영향	해결책
수협*	• 바다 모래 공급자	<ul style="list-style-type: none"> • 바다 환경을 훼손하는 각종개발 • 바다모래 채취 움직임 가시화 	• 바다 황폐화 및 어획량 감소	-
한국해양수산개발원**	• 바다 모래 공급자	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 강의 하구둑, 중상류의 댐, 수중보 건설 등으로 인한 육지 모래 공급 중단 • 육상모래자원 고갈에 따른 육상모래채취 환경규제의 강화 • 바다모래 관련 부처 다원화 및 바다모래 보전 정부 종합 대책 부재 • 골재수요를 충족하기 위한 범정부 차원의 공급관리정책 부재 	<ul style="list-style-type: none"> • 해양환경 및 해양생태계 파괴 • 수산자원 감소 • 해저 퇴적층 및 해저지형의 변화와 해안침식 	<ul style="list-style-type: none"> • 골재 공급 위주의 정부 정책에 대비해 바다모래를 보전하기 위한 정부 정책 준비

78) 머니투데이(검색일: 2018. 4. 30).

79) 서울신문(검색일: 2018. 9. 27).

구분	분류	배경	영향	해결책
인천시민사회 단체연대***	• 기타	<ul style="list-style-type: none"> • 서울 남산의 5배가 넘는 2억 8천만 m³의 바다 모래 채취 • 향후 5년간 5천만 m³의 바다모래 추가 채취 추진 	<ul style="list-style-type: none"> • 선갑도 백사장이 자갈밭으로 변화 • 수산동식물 산란장 및 서식지 파괴 	<ul style="list-style-type: none"> • 선갑도 신규 바다모래 채취 반대

자료: * 세계일보(검색일: 2018. 9. 12);굿모닝충청(검색일: 2018. 7. 24)

** 한국해양수산개발원(2003. 12), p. 143

*** 인천뉴스(검색일: 2018. 2. 20)

〈표 3-16〉 바다모래 채취 찬성 의견 종합

구분	분류	원인	영향	해결책
한국건설 산업연구원*	• 바다모래 수요자	<ul style="list-style-type: none"> • 사회간접자본 및 주택 건설 확대 • 세척 시설 확대로 바다모래 품질 향상 	<ul style="list-style-type: none"> • 건설공사 필수 자재인 모래 부족 • 마사토, 점토질 모래, 저급한 재생모래 등 저품질 골재 사용 • 건설구조물의 품질 저하 	<ul style="list-style-type: none"> • 환경보호 및 골재수급안정 모드를 만족하는 정책 대안 수립
건설업계**	• 바다모래 수요자	<ul style="list-style-type: none"> • 정부 부처 간 협의 지연으로 인해 피해 급증 • 기존 4대강 건설 시 준설한 강모래와 순환골재 사용을 위한 불순물 처리비용 및 운송비 감당 불가 	<ul style="list-style-type: none"> • 바다골재산업 종사자 2만여 명의 생계 위협 	<ul style="list-style-type: none"> • 국토부와 해수부 간의 조속한 협의
전국바다 골재협의회***	• 바다모래 수요자	<ul style="list-style-type: none"> • 바다골재채취와 어업피해의 상관관계는 미미 	<ul style="list-style-type: none"> • 골재업계의 위기 초래 	<ul style="list-style-type: none"> • 북한산 모래 수입
웅진군****	• 바다모래 공급자	<ul style="list-style-type: none"> • 모래 채취업자들이 내고 있는 공유수면 점사용료로 어민소득 증대를 위한 각종 사업 추진 	-	-

자료: * 한국건설산업연구원(2004. 6), pp. 1~2

** 인천뉴스(검색일: 2018. 2. 20); Business Korea(검색일: 2018. 8. 13)

*** 머니투데이(검색일: 2018. 4. 30); 충청신문(검색일: 2018. 9. 3)

**** 인천뉴스(검색일: 2018. 2. 20)

제4절 국내의 바다모래 의존도 높은 이유 분석

앞의 2절에서 조사한 바와 같이 일본의 바다모래 사용 비중은 전체 수요 중 4.2%(2015년)를 차지하는 데 반해 우리나라는 8.1%(2017년)로 약 2배 정도 높은 것으로 조사되었다. 또한 1인당 바다모래 채취량은 한국을 1로 할 때 일본은 0.15, 영국은 0.60, 미국은 0.64 등으로 한국이 대부분의 선진국보다 높은 것으로 조사되었다.

우리나라의 바다모래 사용 증가원인에 대해 한국해양수산개발원(2003)에서는 육상모래채취에 관한 환경규제의 강화, 바다모래 보전 종합 대책 부재 및 관련부처의 다원화, 골재 수요를 충족하기 위한 범정부 차원의 공급관리정책 부재 등으로 보고 있다.⁸⁰⁾ 육상에서 생산되는 모래채취에 관한 환경규제가 강화되고 있고 바다모래를 포함하는 골재 공급과 관련된 정부의 종합계획, 관련법 등은 완비되어 있는 반면 바다모래를 보전하기 위해서는 이와 관련된 계획 및 법이 미흡하기 때문이라는 것이다.

또한 우리나라의 바다모래 단가가 저렴하기 때문에 그 사용량이 많이 높은 것으로 조사되었다. 앞의 1절에서 조사한 바에 따르면, 일본의 바다모래 가격은 용도별, 지역별로 차이가 있으나 대개 3,000~4,600엔 사이에 형성되어 있고 전체 평균인 3,600엔은 한국 A사의 연안 바다모래 채취 가격인 3,352원과 비교하면 10배 이상 비싼 가격이고 B사의 EEZ 바다모래 채취 가격인 15,900원과 비교해도 2배 이상 비싼 가격으로 우리나라 바다모래 단가가 많이 저렴한 것으로 조사되었다.

80) 한국해양수산개발원(2003. 12), p. 143.

이러한 이유들로 인해 우리나라의 바다모래 의존도가 높은 것으로 분석되며 이를 해결할 수 있는 방안 마련이 필요할 것으로 보인다.

〈표 3-17〉 국내 바다모래 의존 이유

이유	내용
관련 법제도 미비	<ul style="list-style-type: none"> • 육상 모래채취 대비 미비한 환경규제 • 골재 공급 관련 법제도는 완비되어 있으나 바다모래 보전과 관련된 법제도는 미흡
저렴한 바다모래 가격	<ul style="list-style-type: none"> • 일본 바다모래 가격보다 최소 2배에서 10배 이상 저렴

자료: 저자 작성

제 4 장

바다모래 이용에 관한 국민 의식조사

제1절 설문조사 개요

1. 설문지 설계

국내외 문헌조사, 전문가 심층 면접을 통해 파악된 바다모래 관련 문제점을 기반으로 바다모래 채취에 대한 국민의식을 조사하기 위해 설문지 항목을 설계했다.

국내 바다모래 관련 문제점을 크게 분류하면 바다모래 채취 문제 인식, 바다모래 가격 수준 및 항목, 대체골재 사용, 바다모래 채취 관리 4가지이다. 첫째, 우리나라는 바다모래 채취 환경 영향 분석에 대한 자료가 부족하고, 타국가 대비 바다모래 채취량이 많음에도 불구하고 이에 대한 국민 인식이 부족했다. 둘째, 우리나라 바다모래 가격은 현실화되지 못했고, 환경복구 비용 등이 고려되지 않아 타국가보다 저렴한 편이다. 셋째, 수입 가능한 국가에 대한 분석이 없고 절

차를 무시한 모래 수입으로 선박 입항 후 레미콘 업체에게 전달까지 많은 시간이 소요되었고, 순환골재 등 대체골재 기술 개발과 법·제도적 뒷받침이 부족하여 국내 순환골재 사용률이 낮은 편이다. 마지막으로 바다모래가 공공이 아닌 민수용 사용 비중이 높았고, 산지관리법과 달리 바다모래 허가권이 국토부에 있으며, 골재자원에 대한 통계자료, 물류프로세스, 가격 구조 등에 대한 자료가 부족하다.

이러한 문제점에 대한 대국민 인식 조사를 실시하여 정책 방안 마련을 위해 문제점을 기반으로 설문지 설계를 했다.

〈표 4-1〉 국내 바다모래 관련 문제점

구분	문제점	내용
바다모래 채취 문제 인식	바다모래 채취 환경 영향 분석 자료 부족	<ul style="list-style-type: none"> • 체계적이고 지속적인 바다모래 채취 환경 영향 및 어족자원 피해에 대한 분석 자료가 없어 논쟁 시 대법원 패소
	타국가에 비해 높은 바다모래 채취 비중	<ul style="list-style-type: none"> • 일본 4.2%(2015년), 한국 8.1%(2017년)으로 우리가 많이 채취
	세계 평균에 비해 높은 인구 1인당 바다모래 채취량	<ul style="list-style-type: none"> • 한국 기준(1)일 때 일본 0.15, 영국 0.60, 미국 0.64 등으로 대부분의 선진국 1인당 바다모래 채취량이 우리보다 적음
바다모래 가격수준 및 항목	타국가보다 저렴한 국내 바다모래 가격	<ul style="list-style-type: none"> • 일본 바다모래 가격보다 최소 2배에서 10배 저렴
	점용료·사용료, 단지관리비 부과 기준 부족	<ul style="list-style-type: none"> • 징수된 점사용료 지자체 배분에 대한 객관적 근거 부재 • 단지관리비의 환경지원사업 실적 미비
대체골재 사용	수입모래 수급 가능성 분석 미비	<ul style="list-style-type: none"> • 대다수 모래 수출국의 모래 수출 금지 추세 • 전체 SCM 관점(수출지→국내 레미콘사)에서 물류프로세스 파악 미비로 작년 말레이시아 모래 수입 시 입항 후 많은 시간 소요
	순환골재 등 대체골재 기술개발 미비	<ul style="list-style-type: none"> • 건설현장에서 순환골재 사용 안정성에 대한 우려 제기

구분	문제점	내용
바다모래 채취 관리	EEZ 모래 민수용 사용	<ul style="list-style-type: none"> • 바다모래 민수용 사용량 증가 추세이며, 부산, 경남에 공급된 모래의 94.5%가 민수용 • 객관적 기준 없이 개발 수요자 입장에서 EEZ 골재채취단지 기간 연장
	골재허가권	<ul style="list-style-type: none"> • 산림골재 허가는 「산지관리법」에서 하고 있으나, 바다모래 허가는 국토부가 진행
	골재자원정보관리 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 정확한 골재자원의 부존량 및 채취가능량의 통계가 부족 • 특히 대체골재의 정의 및 공급 가능량 분석 통계 부족 • 골재자원별 물류프로세스 및 가격구조에 대한 자료가 부족

자료: 저자 작성

2. 설문조사 개요

본 설문은 바다모래 채취에 대한 국민의견 조사로 바다모래 이용에 관한 국민들의 인식 및 의견 등을 파악하고, 바다모래 채취량 감축을 위한 편익 및 수요 추정을 통한 정책 방안 등을 마련하는 데 목적이 있다.

이에 조사대상은 서울특별시, 부산광역시, 인천광역시, 대구광역시, 대전광역시,⁸¹⁾ 광주광역시, 울산광역시 7대 광역시이며, 일반 국민 중 임의층화추출에 의해 700명을 샘플로 추출한 후 설문조사를 실시했다.

조사기간은 2018년 9월 27일부터 2018년 10월 10일 총 2주간이다. 조사방법은 일대일 면접조사를 시행하였다.

81) 세종시는 대전광역시 권역에 포함시켜 조사를 실시함.

〈표 4-2〉 설문조사 대상

지역	샘플
서울특별시	298
부산광역시	105
인천광역시	89
대구광역시	75
대전광역시	54
광주광역시	44
울산광역시	35
합계	700

3. 조사 항목

본 설문조사가 바다모래 채취에 대한 국민 의식을 파악하는 것인 만큼, 바다모래 채취의 환경적 영향 인식 여부, 바다모래 채취 감축에 대한 의견, 관리 필요성 등 전반적인 사항에 대해 조사하였다.

이와 더불어 바다모래 채취 감축을 위한 기술개발 필요성, 순환골재 등 대체재 개발 및 사용에 대한 생각을 조사했고, 환경 영향을 고려했을 때 바다모래의 적정 가격에 대한 내용도 조사했다.

바다모래 채취에 대한 국민의식 조사 항목은 바다모래 채취 문제 인식, 바다모래 가격 수준 및 항목, 대체골재 개발 및 사용, 바다모래 채취 관리 등 총 4가지로 구성된다.

〈표 4-3〉 바다모래 채취에 대한 국민의식 조사 항목

구분	내용
바다모래 채취 문제 인식	<ul style="list-style-type: none"> • 바다모래 채취 관련 인지 여부 • 바다모래 채취 감축 필요성 • 바다모래 채취의 부정적인 영향 인지 여부

구분	내용
바다모래 가격수준 및 항목	<ul style="list-style-type: none"> • 바다모래의 적정 가격 수준 • 바다모래 가격 결정에 추가적인 구성 항목
대체골재 사용	<ul style="list-style-type: none"> • 대체골재 사용 필요성 및 가능성 • 대체골재 기술개발 필요성
바다모래 채취 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 바다모래 관리 주체 및 사용처 • 바다모래 채취 연구 및 관리 필요성

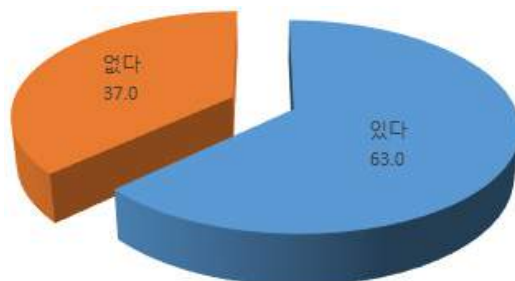
제2절 바다모래 이용에 관한 국민 의식 조사 결과

1. 바다모래 채취 문제 인지

1) 바다모래 채취 인지 여부

바다모래 채취에 대한 인식 조사를 실시한 결과, 바다모래 채취에 대해 인지하고 있는 응답자는 700명 중 441명(63%)이며, 인지하지 못하고 있다고 답한 응답자는 259명(37%)이다. 이러한 결과는 최근 바다모래에 대한 신문기사 등의 효과라고 판단된다.

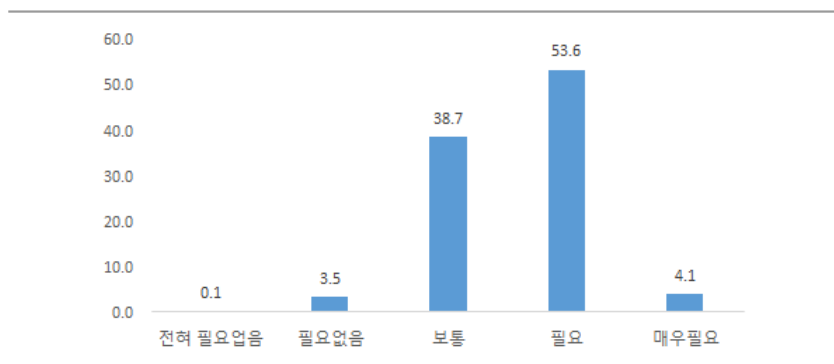
〈그림 4-1〉 바다모래 채취 인지 여부



2) 바다모래 채취 감축 필요성

일본, 벨기에, 프랑스, 덴마크, 미국, 영국, 네덜란드, 한국 등 8개국의 인구 1인당 평균 바다모래 채취량이 0.28m^3 인데 한국은 0.60m^3 로 높은 편인 결과를 봤을 때 응답자들은 우리나라도 바다모래 채취 감축이 필요하다고 인식하고 있는지를 조사했다. 그 결과 필요 없다고 답한 응답자는 총 25명(3.6%)이고, 필요하다고 응답한 사람은 총 404명(57.7%)이고 보통이라고 답한 응답자는 271명(38.7%)으로 나타났다. 이 결과는 일반 국민들이 바다모래의 환경가치를 건설 수급보다 더 중요하게 생각한다는 것을 의미한다.

〈그림 4-2〉 바다모래 채취량 감축의 필요성

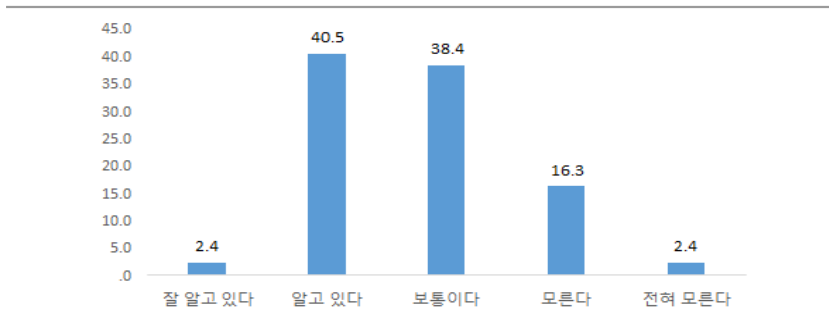


3) 바다모래 채취의 부정적인 영향 인식 여부

바다모래를 채취하면 동식물의 서식지가 상실되고, 수질악화 및 자연조절 기능 상실, 구조 안정성 문제 발생 등 육지에 피해를 주고, 토양의 질이 저하되고 토양 침식이 발생한다는 연구 결과에 대한 인식 여부를 조사한 결과, 잘 알고 있다에 답한 응답자는 17명(2.4%), 알고 있다에 답한 응답자는 283명(40.5%)으로 약 절반정도가 바다모

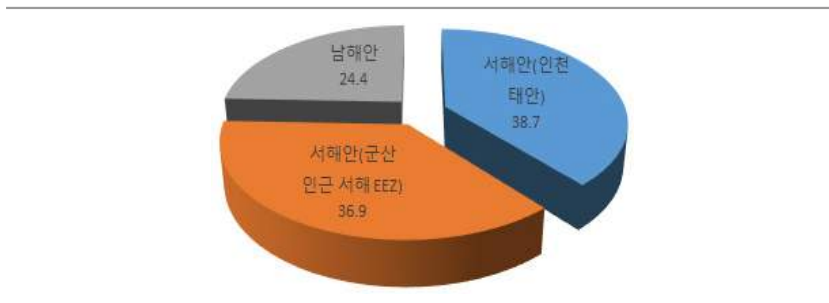
래 채취의 환경피해에 대해 알고 있었다. 보통이다에 답한 응답자는 269명(38.4%), 모른다는 답한 응답자는 114명(16.3%), 전혀 모른다는 답한 응답자도 17명(2.4%)이나 되었다.

〈그림 4-3〉 바다모래 채취의 부정적 영향



바다모래 채취로 인한 영향이 가장 심각한 지역을 응답자들은 서해안(인천 태안) 지역으로 271명(38.7%)이 답했고, 그 다음으로 서해안(군산 인근 서해 EEZ)이 258명(36.9%), 남해안이 171명(24.4%) 순으로 인지하고 있었다. 국민들은 최근 불법 바다모래 채취 및 바다모래 채취 논란의 중심이 되고 있고 바다모래가 가장 많이 반입되는 인천항이 있는 인천지역이 가장 심각한 지역으로 인식하고 있다.

〈그림 4-4〉 바다모래 채취로 인한 영향 지역

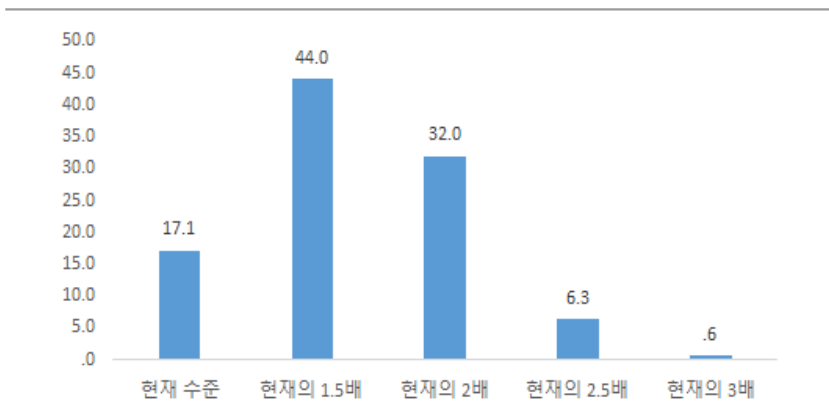


2. 바다모래 걱정 가격 수준 및 가격 항목

1) 환경영향 고려 시 바다모래 걱정 가격 수준

바다모래 현재가격이 m^3 당 15,000원으로 저평가되어 있는데, 환경에 미치는 부정적인 영향을 고려할 때 바다모래의 적정가격이 현재의 1.5배 수준이 되어야 한다는 항목에 가장 많은 308명(44%)이 답하였으며, 현재의 2배 수준에 224명(32%), 현재 수준에 120명(17.1%), 현재의 2.5배 수준에 44명(6.3%), 현재의 3배 수준에 4명(0.6%)이 답하였다. 국민들이 생각하는 적정 바다모래 가격은 22,500원에서 3만원 수준인 것으로 파악된다.

〈그림 4-5〉 바다모래 적정가격 수준

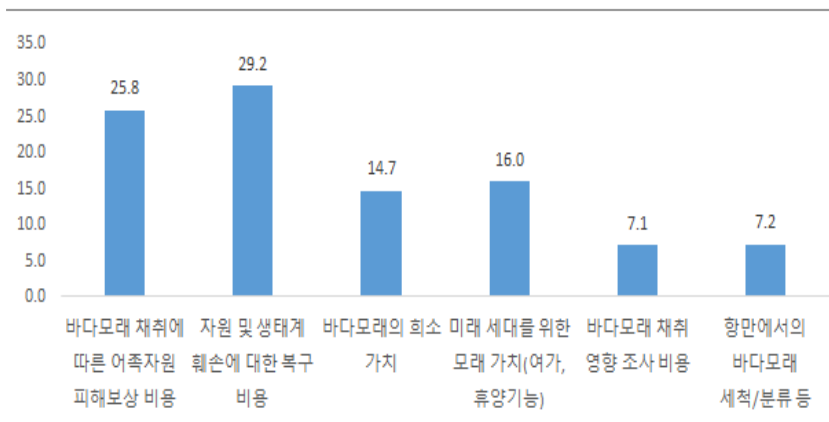


2) 바다모래 가격에 포함되어야 하는 항목

바다모래 가격을 현실화하기 위해 추가적으로 부과해야 하는 비용 항목에 대한 질문에 응답자들은 자원 및 생태계 훼손에 대한 복구비용 항목에 가장 많은 응답자 551명(29.2%)이 답하였다. 그 다음으로

바다모래 채취에 따른 어족자원 피해보상 비용에 487명(25.8%), 미래 세대를 위한 바다모래 가치(여가, 휴양기능)에 303명(16%), 바다모래의 희소가치 항목에 277명(14.7%)이 답했다. 이와 달리 항만에서의 바다모래 세척·분류비 등 항목에 136명(7.2%), 바다모래 채취 영향 조사비용에 134명(7.1%)이 응답했다. 바다모래를 현실화하기 위해서는 최소한 바다모래 채취 복원비용과 어족자원 피해보상 비용을 포함시키는 것이 타당할 것으로 보인다.

〈그림 4-6〉 바다모래 가격에 부과해야 되는 비용



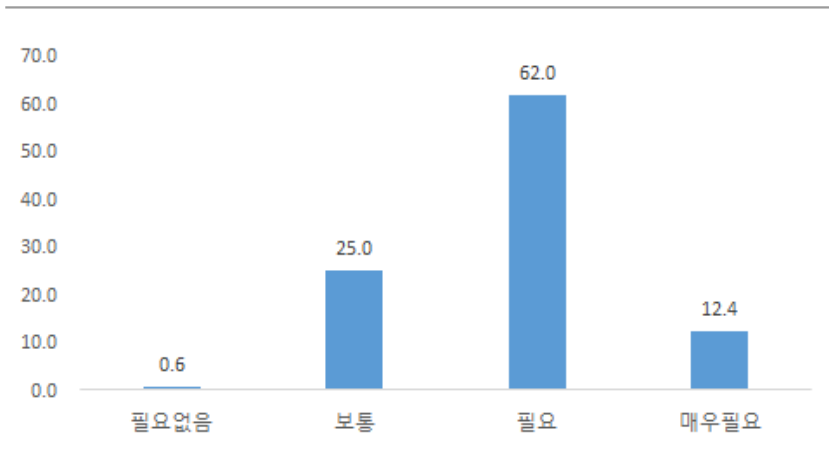
3. 대체골재 사용

1) 대체골재 사용 필요성

바다모래 채취·사용을 줄이기 위해 항만 건설 및 공사에서 준설토를 사용하는 것에 대한 의견은 ‘필요하다’라고 대부분(74.4%)의 응답자가 답했다. 필요하다에 434명(62%)으로 가장 많은 응답자가 답하

였으며, 보통 항목에 175명(25%), 매우 필요 항목에 87명(12.4%), 필요없음 항목에 4명(0.6%) 순으로 답하였다. 대부분의 응답자들은 모래 수급 문제가 발생하고 있는 상황에서 대체골재 중 하나인 준설토의 사용이 필요하다고 인식하고 있다.

〈그림 4-7〉 항만 준설토 사용의 필요성

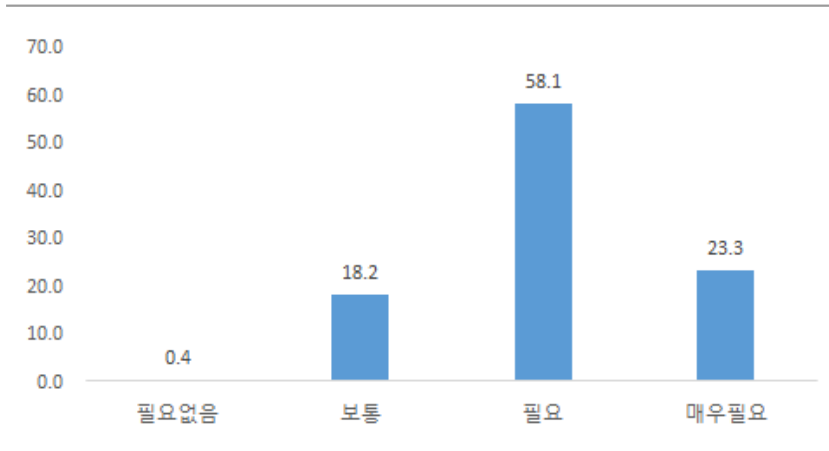


2) 기술개발 필요성

건설공법 변경, 기술개발에 따른 모래 사용 감축 필요성에 대해서는 필요없다 항목에 3명(0.4%), 보통 항목에 127명(18.2%), 필요하다 항목에 407명(58.1%), 매우 필요하다 항목에 163명(23.3%)이 답하였다.

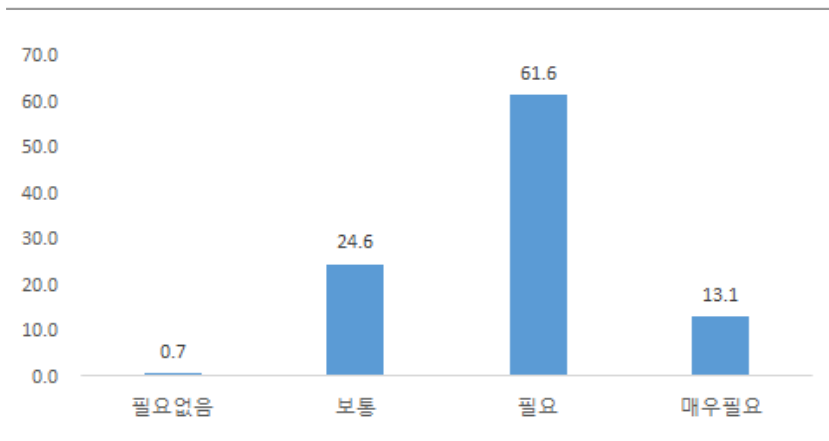
과거 모래를 사용했던 건설공법을 시멘트, 자갈 등 다른 것으로 변경한 사례 등이 있어 건설공법 변경에 따라 모래 수요를 줄이는 것이 현실적이라고 생각하는 응답자가 전체 응답자의 81.4%로 대부분을 차지하고 있다.

〈그림 4-8〉 건설 공법에 대한 기술개발 필요성



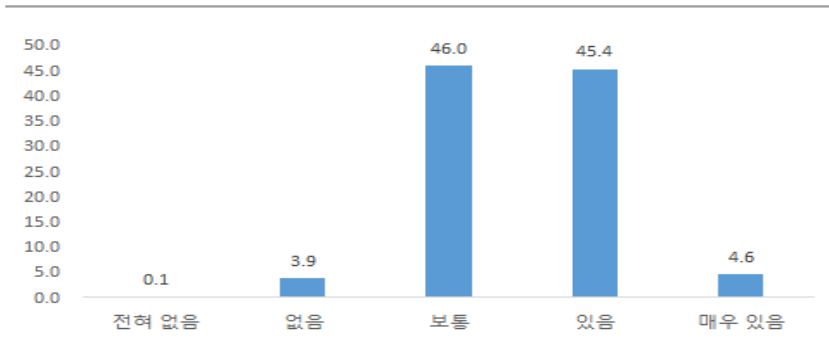
기술개발을 통해 순환골재 사용 필요성을 질문한 응답에 응답자의 약 2/3(523명, 74.7%)가 ‘필요하다’라고 응답했다. 보통이라고 답한 응답자가 172명(24.6%), ‘필요없음’이라고 답한 응답자가 5명(0.7%)로 나타났다.

〈그림 4-9〉 순환골재 사용 필요성



기술적으로 순환골재 사용의 안정성이 보장된다면 순환골재를 이용한 건축물 거주 의향이 있는지에 질문에 전혀 없음 항목에 1명(0.1%)이 답하였으며, 없음 항목에 27명(3.9%), 보통 항목에 322명(46%), 있음 항목에 318명(45.4%), 매우 있음 항목에 32명(4.6%)이 답하였다. 응답결과를 볼 때 순환골재 사용의 필요성은 74.7%인데 반해 거주 여부는 절반수준으로 떨어졌다. 이는 사람들이 아직 순환골재에 대한 안정성에 대해서 의문점을 가지고 있다고 판단할 수 있다.

〈그림 4-10〉 순환골재 이용한 건축물 거주 의향

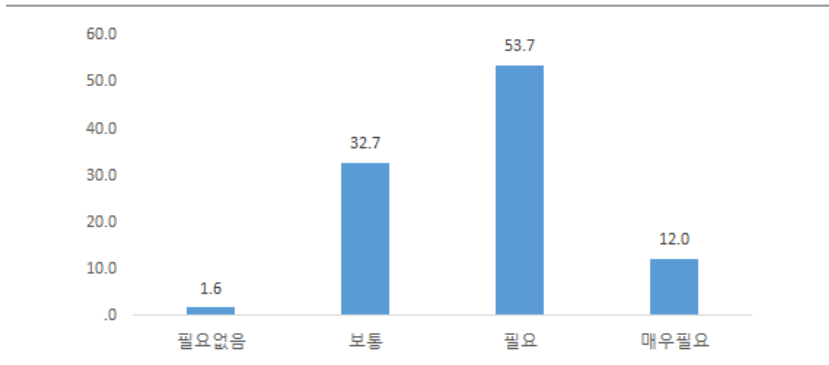


4. 바다모래 채취 관리

1) 바다모래 채취 관리주체 및 사용처

바다모래 민간 사용에 대한 의견은 바다모래 민간 사용 금지 필요성에 대해 필요없음 항목에 11명(1.6%)이 답하였으며, 보통 항목에 229명(32.7%), 필요 항목에 376명(53.7%), 매우 필요 항목에 84명(12%)이 답하였다. 이 결과를 볼 때 바다모래는 공공재로 사용되는 것이 타당할 것으로 보인다.

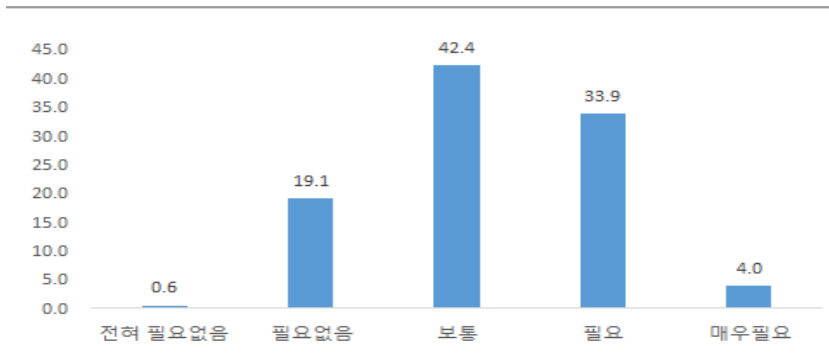
〈그림 4-11〉 바다모래 민간 사용 금지 필요성



산림골재 허가는 산지관리법에 따라 하고 있는데 바다모래 채취 허가 및 결정권은 국토교통부가 가지고 있다. 바다모래의 특수성을 감안할 때 해양수산부가 바다모래 골재 허가권을 가져오는 것에 대한 의견은 전혀 필요없음 항목에 4명(0.6%), 필요없음 항목에 134명(19.1%)이 답하였으며, 보통 항목에 297명(42.4%), 필요 항목에 237명(33.9%), 매우 필요항목에 28명(4%)이 답하였다.

관리주체에 대해 중립적인 입장이 42.4%가 되고 필요하다고 생각하는 응답자가 전체의 37.9%에 달한다.

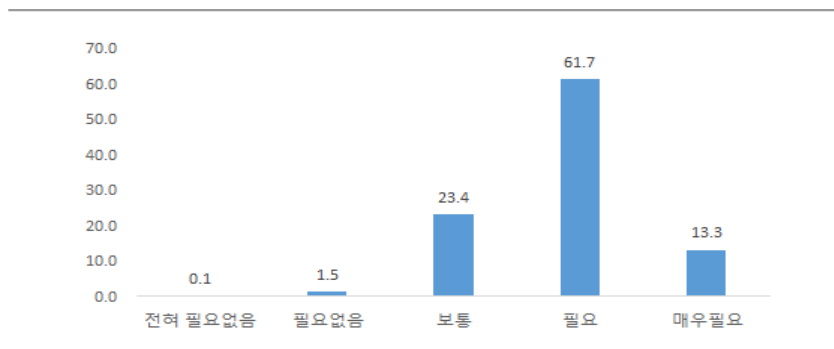
〈그림 4-12〉 해양수산부의 골재허가권 취득 필요성



2) 바다모래 채취 연구 및 관리 필요성

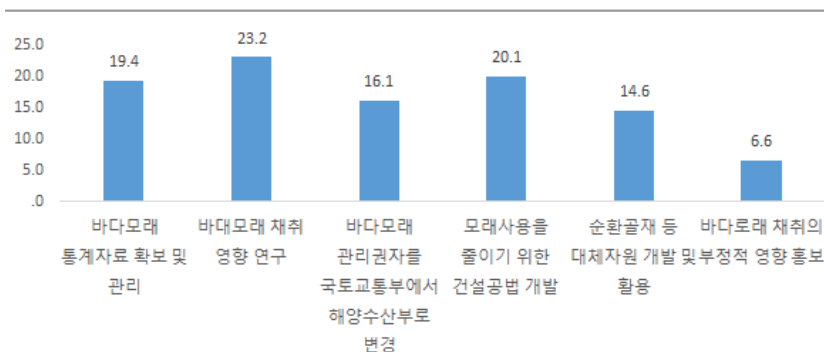
바다모래 채취에 대한 환경영향, 어족자원 피해에 대한 객관적인 자료 확보, 채취 및 복원 방법 등에 대하여 지속적이고 체계적인 관리 필요성에 대한 질문에 전혀 필요없음 항목에 답한 응답자는 1명(0.1%), 필요없음 항목에 답한 응답자는 10명(1.5%)이다. 반면에 보통 항목에 답한 응답자는 164명(23.4%), 필요 항목에 답한 응답자는 432명(61.7%), 매우 필요 항목에 답한 응답자는 93명(13.3%)으로 나타났다. 응답자들은 바다모래 채취 및 환경영향에 대한 체계적인 연구가 필요하다고 인식하고 있는 것으로 나타났다.

〈그림 4-13〉 바다모래 채취 연구 및 방법 관리의 필요성



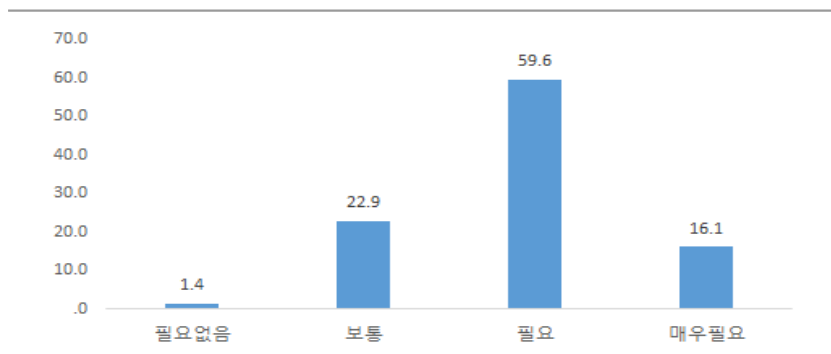
바다모래 감축 및 효율적인 관리를 위해서 필요한 조치로 바다모래 채취 영향 연구 항목에 162명(23.2%)으로 가장 많은 응답자가 답하였고, 그 다음으로 모래사용을 줄이기 위한 건설공법 개발 141명(20.1%)이 답하였다. 바다모래 통계자료 확보 및 관리 136명(19.4%), 바다모래 관리권자를 국토교통부에서 해양수산부로 변경 113명(16.1%), 순환골재 등 대체자원 개발 및 활용 102명(14.6%), 바다모래 채취의 부정적 영향 홍보 46명(6.6%) 등의 순으로 나타났다.

〈그림 4-14〉 바다모래 채취 감축 및 관리를 위한 조치



현재 골재자원정보관리시스템이 존재하지만 우리나라의 정확한 모래, 자갈 등 골재자원의 부존량, 채취 가능량, 순환골재량, 수입모래량 등의 통계자료 부족하다. 이에 대해 응답자들은 골재자원의 통계자료 축적 강제화의 필요성에 관한 질문항목에 대해 필요없음 항목에 10명(1.4%), 보통 항목에 160명(22.9%)이 답하였으며, 필요 항목에 417명(59.6%), 매우 필요항목에 113명(16.1%)이 응답하였다. 응답자의 2/3는 바다모래 등 수급관리를 원활하게 하기 위해서는 데이터가 기본이 되어야 하는 것에 동의하는 것으로 나타났다.

〈그림 4-15〉 골재자원의 통계자료 축적 강제화 필요성



5. 바다모래 이용에 관한 대국민 의식 조사 결과

7대 광역시에 거주하는 700명을 대상으로 바다모래 이용에 관한 대국민 의식 조사를 실시했다. 바다모래 채취 문제에 대해서는 응답자 중 441명(63%)이 인지하고 있었다. 바다모래 채취 감축이 필요하다고 응답한 수는 전체의 57.7%인데 반해 바다모래 채취의 부정적인 환경 영향에 대해서는 42.9%만이 인지하고 있었다. 이는 신문 등을 통한 바다모래 채취가 감축되어야 한다고는 알고 있지만 그 이유에 대해 정확하게 파악하고 있지 못한 것으로 보인다. 바다모래 채취에 대한 인지뿐만 아니라 심각한 피해를 보고 있다고 판단한 지역은 서해 EEZ가 위치한 인천태안 지역과 군산 인근으로 조사되었다.

응답자의 82.9%인 580명이 현재 바다모래 가격인 ㎥당 15,000원보다 높게 가격이 책정되어야 한다고 응답했다. 바다모래의 적정가격은 22,500원에서 30,000원이 적당하다고 응답한 사람이 전체의 76%인 532명으로 대다수를 차지한다. 추가적으로 바다모래에 부가해야 하는 가격요소는 자원 및 생태계 복원비, 어족자원 피해보상비, 여가 및 휴양기능 등 미래 세대를 위한 자원 가치, 바다모래의 희소 가치 등의 순으로 응답했다.

응답자의 대부분이 항만건설토(74.4%), 순환골재(74.7%) 등의 대체모래가 사용되어야 한다고 응답했다. 또한 대부분의 응답자인 570명(81.4%)은 건설공법, 기술개발을 통해서 바다모래 사용을 줄여야 한다고 답했다.

그런데 순환골재 사용이 필요하다고 응답한 사람은 전체의 74.7%인데 반해, 순환골재를 이용한 건물의 안정성이 확보된다면 거주하겠냐는 질문에는 50%만이 거주 의사를 밝혔다. 이는 바다모래 대신

대체골재를 사용하기 위해서는 기술적인 안정성 확보뿐만 아니라 사용자인 국민들이 안전하다고 느낄 수 있는 방안을 마련하는 것이 필요하다. 예를 들면 모든 건물에 순환골재를 사용하는 것이 아니라 무게하중이 적은 저층 건물, 도로 매립 등에 사용하고, 사용된 건물, 도로 등의 안전성을 지속적으로 점검하여 특정 건축물에는 대체골재로 순환골재를 사용하는 것도 좋다는 공감대가 형성되도록 해야 한다.

응답자들의 65.7%는 바다모래는 민간이 아닌 공공재로 사용되어야 한다고 판단하고 있다. 바다모래 골재채취 허가권 관련해서는 국토교통부가 아닌 해양수산부로 일원화해야 한다는 의견이 전체의 37.9%로 나타났고, 중립적인 입장이 전체의 42.4%였다. 이는 바다모래 환경 특성상 해양수산부가 관리하는 것이 타당하다고 판단하고 있지만, 건설모래 전체 수급을 담당하는 국토교통부의 역할도 중요하다고 생각하고 있는 것으로 판단된다. 설문조사 결과를 볼 때 바다모래의 환경영향 중요성 때문에 건설모래 수급 계획 시 해양수산부의 역할이 커져야 할 것으로 판단된다.

그리고 바다모래 채취 관련 환경영향 연구 및 조사 등의 체계적인 관리가 필요하다는 응답이 전체의 75%이고 부존자원 등 공급사슬 전체의 통계관리가 필요하다는 생각을 가진 응답자가 전체의 75.7%였다. 해당 설문조사 결과를 볼 때 우리나라의 모래 공급사슬 관리를 물류흐름 관점, 가격흐름 관점, 데이터 관점에서 개선할 필요가 있을 것으로 판단된다.

또한 바다모래 감축 및 관리를 위한 조치로 필요한 것이 무엇인가에 대한 질문에는 바다모래 채취 환경 영향 연구, 건설공법 개발, 통계자료 확보, 관리권자를 해수부로 일원화 등의 순으로 응답했다.

바다모래 이용에 관한 대국민 의식 조사 결과, 바다모래는 감축 필

요성에 대해서 인지하고 이를 위한 연구개발 및 환경영향 평가 등 체계적인 관리를 요구하고 있다. 또한 국민들은 바다모래 가격이 환경 복원 비용, 어족자원 피해 보상비 등을 포함하여 현실화하는 것이 필요하다고 생각하고 있다. 그리고 바다모래 등을 포함하여 건설용 모래에 대한 공급사슬 관리가 체계적으로 이뤄지고 이를 뒷받침할 수 있는 통계 데이터 확보 등이 필요한 것으로 나타났다.

제5장

바다모래 가치 평가

본 장에서는 바다모래 이용이 유발하는 외부효과의 유형을 살펴보고, 이러한 외부효과를 저감하기 위한 방안으로 관련 부담금 및 사용료 체계에 바다모래의 가치를 고려하는 방안을 제안하고자 한다. 이를 위해 본 장에서는 바다모래의 자원의 가치를 비시장가치 측면에서 재평가한다.

제1절 바다모래 이용의 환경비용 검토

바다모래는 더 많은 사람들이 소비하면 할수록 자원이 고갈되는 경합성⁸²⁾이 있으며, 동시에 해양자원을 소비하려는 사용자들을 배제시키기 어렵다는 특징 때문에 공유재(common goods)에 속한다. 바다모래와 같은 공유재는 종종 특정인의 소비가 의도하지 않게 다른

82) 한 사람이 더 많이 소비하면 다른 사람의 소비가 줄어드는 재화의 특성을 말함.

사람의 소비에 영향을 미치는 외부효과(external effect)⁸³⁾를 유발한다. 바다모래 채취 행위가 생태계 훼손과 같은 환경비용을 발생시키는 경우가 바로 외부불경제의 한 예다.

장학봉 외(2005)에 따르면, 바다모래 채취의 외부효과는 해양생물의 산란처 훼손으로 인한 수산자원 피해와 채취지역 인근의 모래양 감소로 인한 연안침식 피해로 구분된다.⁸⁴⁾ 수산자원 피해는 피해의 발생시점에 따라, 단기적 피해와 장기적 피해로 구분된다. 단기적 피해는 바다모래 채취로 해저에 정착하는 해양생물이 입는 피해로 피해평가 기준은 ‘상업적 가치가 있는 종의 성어(어획대상이 되는 정도의 크기)’의 피해를 들 수 있다. 장기적 피해에는 유생, 치어 단계의 피해와 바다모래 채취 작업 중 채취 부선 주변에 발생하는 표층 부유물질의 확산으로 인해 수산생물이 입게 되는 피해로 구분할 수 있다.

이외에도 먹이사슬 내에서 간접적 피해가 발생할 수 있다. 해양생물은 해양생태계 내 다른 생물(종)과의 관계에서 먹이망(Food Web)을 이루게 되는데, 바다모래 채취에 의하여 직접적으로 영향을 받는 종이 피해를 받아 자원이 감소하게 되면 이를 먹이로 하는 다른 생물의 감소를 야기하게 된다.

장학봉 외(2005)에 따르면, 채취지역의 회복기간을 3년으로 가정할 때, 10년간의 바다모래 채취는 적어도 238억 원 정도의 피해를 가저올 수 있는 것으로 추정했다.⁸⁵⁾

83) 외부효과란 경제 활동과 관련해 당사자가 아닌 다른 사람에게 의도하지 않은 혜택(외부경제)이나 손해(외부불경제)를 발생시키는 것을 말하며, 외부성(externality)이라고도 함.

84) 장학봉 외(2005), p. xviii.

85) 장학봉 외(2005), p. xviii.

〈표 5-1〉 바다모래 채취의 외부효과 추정 사례

피해의 구분	본 연구에서의 추정치	추정에 미치는 요인
1. 수산자원 피해(기본모형)	131억 원	-
2. 수산자원 피해(추가모형)	107억 원 + α	생태계의 회복기간 소수어종 피해 먹이사슬 피해 양식장 피해 여부
3. 연안침식 피해	미반영	해수욕장 피해 및 연안정비사업비 증가
4. 간접 피해	미반영	2차적 피해
합계 (외부효과)	수백억 원 ~	-

자료: 장학봉 외(2005), p. xviii

제2절 바다모래의 자원가치 평가

1. 개요

1) 경제적 가치의 구분

신고전학파의 후생경제학적 관점에서 개인의 후생은 시장재 소비와 시장에서 거래되지 않는 비시장재(non-market goods)의 소비에 의존한다. 비시장재인 환경재의 질이나 양 변화는 인간의 복지에 영향을 미치고 그로 인한 경제적 가치의 변화를 초래한다. 비시장재에 대한 개인의 후생을 측정하려는 경제이론은 몇 가지 가정을 하고 있는데, 첫째, 사람들은 시장재와 비시장재로 구성된 재화묶음(bundle of goods)들에 대해 잘 정의된 선호를 가지며, 둘째, 사람들은 자신의 선호를 알며, 이러한 선호는 재화묶음을 구성하는 시장재와 비시장재 사이의 대체가능성(substitutability)의 성격을 가진다고 본다.⁸⁶⁾

대체가능성 개념에서 재화묶음 중 최소 한 개의 재화라도 화폐가치를 지니고, 해당 재화와 비시장재화 간의 교환비율 정보를 안다고 할 때, 비시장재화의 화폐가치를 도출 할 수 있다. 이는 지불의사액(WTP: willingness-to-pay) 또는 수용의사액(WTA: willingness-to-accept)으로 정의될 수 있다.

골재자원과 같은 환경재의 가치는 사용가치(use value)와 비사용가치(non-use value)로 구분된다. 사용가치는 사람들이 하고 있는 생산이나 소비와 환경질이 직접적으로 연관됨으로써 발생하는 가치다. 바다에서 수산자원을 채취하여 식량공급원으로 활용하거나 골재를 채취하여 건설재료로 활용함으로써 얻게 되는 가치를 뜻한다.

비사용가치는 사용가치 이외의 가치들을 의미한다. Krutilla(1967)는 경관, 생태계 등과 같이 직접적으로 이용할 가능성이 없어도, 그것의 보존과 존재 자체에 대해서 사람들이 만족감을 얻을 수 있다고 보았다.⁸⁷⁾

비사용가치는 선택가치(option value), 존재가치(existence value), 유산가치(bequest value)로 구분된다. 선택가치는 사람들이 지금 직접적으로 이용하지 않아 사용가치를 지니지는 않지만, 미래 어느 시점에 이 환경재를 이용할 가능성이 있는 경우 부여되는 가치를 말한다. 존재가치는 사람들이 희귀종, 희소자원 등을 사용함으로써 직접적인 편익을 얻을 수 없고, 미래에도 그럴 가능성이 희박하다 하더라도 그것의 존재 자체가 사람들에게 의미를 가질 때 발생하는 가치다. 마지막으로, 미래세대를 위해 사람들에게 환경보존이 의미 있는 일이라고 느껴질 때, 유산가치가 있다고 본다.

86) 권영주·유승훈·박세현(2013), p. 418.

87) Krutilla(1967), p. 780.

2) 바다모래 자원의 경제적 가치

생태계와 생물다양성의 경제학(TEEB, 2000) 연구에서는 생태계가 인간에게 제공하는 다양한 서비스를 공급서비스, 조절서비스, 서식지·부양서비스, 문화서비스로 분류하고 있다.⁸⁸⁾

바다모래가 인간에게 제공하는 생태계서비스는 이 네 가지 유형에 모두 해당된다. 첫째, 바다모래 자원은 건설재료로 사용되므로, 시장가치 측면에서 생태계로부터 얻어지는 물적 생산물인 공급서비스에 속한다. 한편, 비시장가치 측면에서는 조절서비스, 부양서비스, 문화서비스를 제공한다. 즉 바다모래자원은 연안의 해안선을 유지하고, 연안으로 내습하는 파도의 에너지를 분산하여 재해를 방지한다. 또한 해저의 바다모래는 바다생물의 서식처가 되어준다는 점에서 부양서비스를 제공한다. 마지막으로, 백사장인 바다모래는 해수욕을 즐길 수 있는 쾌적한 공간을 유지하게 하며, 바닷가의 경관을 형성한다는 점에서 문화서비스를 제공한다.

〈표 5-2〉 바다모래 자원의 생태계서비스 유형

구분	내 용	비고
공급 서비스	건설재료 제공	시장가치 (사용가치)
조절 서비스	연안의 해안선을 유지하고, 연안으로 내습하는 파도의 에너지를 분산하여 재해 방지	비시장가치 (사용가치, 비사용가치)
서식지·부양서비스	해저 바다생물의 서식처 제공	
문화서비스	모래해안은 해수욕을 즐길 수 있는 쾌적한 공간을 유지하게 하며, 바닷가의 경관을 형성	

자료: 저자 작성

88) TEEB(2010, p. 7)는 생태계서비스를 '인간복지(human wellbeing)를 위한 생태계의 직·간접적 공헌'으로 정의했으며, Costanza *et al.*(1997, p. 253)는 생태계서비스를 '생태계 기능으로부터 얻는 직·간접적 이익'으로 정의함.

〈표 5-3〉 TEEB의 생태계서비스 분류체계에 식별된 골재자원의 서비스 유형

구분	개념	유형	
공급 서비스	생태계로부터 얻어지는 물질적 생산물	식량	야생서식지와 농업 생태계는 식량자원 생산을 위한 물질 기반 제공
		원료	건설을 위한 재료와 연료 제공
		담수	생태계의 표면수와 지하수 제공
		약재	식물은 전통적 약품과 제약 산업의 원료 제공
조절 서비스	생태계는 대기·토양의 질과 홍수·질병 등을 조절	지역기후와 대기질의 조절	산림은 대기 중 오염물질을 감소시키고 강우량에 영향
		탄소고정·저장	산림과 식생은 대기 중 이산화탄소를 감소시키고 식물은 이산화탄소를 효과적으로 저장
		심각한 재해방지	홍수, 폭풍, 산사태 등 자연재해의 완충작용
		침식예방 및 토양비옥도 유지	침식은 토양의 질 저하와 사막화 과정의 주요요인으로 작용
		수분 (pollination)	커피, 코코아 등 115개 주요 상업용 작물 중 85종은 곤충류 등에 의한 수분에 의존
		생물학적 조절	해충 등에 의한 질병예방
서식지·부양 서비스	생태계는 모든 동·식물의 서식지를 제공하고 생물다양성을 유지하도록 함	종 서식지	개별 동·식물의 서식지는 생물 생존에 필요한 모든 것을 제공하고, 철새는 이동경로를 따라 서식지가 필요
		유전자원의 다양성 유지	유전자원의 다양성은 품종 간의 차이를 만들어내고 상업작물과 가축의 개량품종을 만들어내는 유전자원의 기초를 제공
문화 서비스	생태계의 접근을 통해 사람들이 얻는 비물질적 편익으로, 심미적 및 정신적 편익을 포함함	여가 및 정신·신체보건	자연경관과 도시녹지지역은 인간의 정신적·육체적 건강을 유지하는 데 도움
		관광	자연관광은 경제적 이점을 제공하고 많은 나라의 중요한 소득원 역할
		심미적 감상과 문화, 예술, 디자인 등	언어, 지식, 자연환경의 감상은 인류역사와 밀접한 관련
		영적경험과 장소감	자연은 주요 종교의 공통적 요소이며, 자연경관은 지역 정체성과 소속감 형성에 도움

자료: TEEB(2010), p. 34를 인용한 최지연 외(2013), p. 17를 재인용

바다모래의 가치는 그동안 시장가치 위주로 평가되었다. 남정호·이윤정(2010)에 따르면, 2009년 기준 해양생태계서비스의 가치는 공급서비스측면 시장가치가 연간 약 2,700억 규모인 것으로 평가되었다.⁸⁹⁾

공급서비스 측면에서 바다모래의 시장가치는 연간 바다모래 공급액(총공급량×모래가격)으로 평가된다. 그러나 이러한 상품가치만을 고려하게 되면 외부효과가 발생할 만큼 과이용(overuse)인 상태에서는 자원의 가치가 왜곡될 수 있다.

따라서 바다모래의 가치는 시장가치뿐만 아니라 비시장가치 측면을 고려하여 재산정되어야 할 필요가 있다. 다음 소절에서는 비시장가치의 산정과정을 다룬다.

〈표 5-4〉 바다모래 자원의 생태계서비스 가치

구분	연간 경제적 가치
수산물	3조 8,650억 원
골재	2,693억 원
지하자원	2,272억 원
심층수	13억 7,800만 원
해수욕장	13조 2,940억 원
국립공원	5,358억 원
갯벌	13조 4,054억 원
하구(하구 갯벌 미포함)	1조 1,027억 2조 681억 원
합계	46조 7,271억 ~ 47조 9,095억 원

주: 2009년 가격 기준

자료: 남정호·이윤정(2010), p. 221

89) 골재채취의 가치는 2009년 바다골재 채취실적을 기준으로 도출한 것이며, 인천, 경기와 서해 EEZ에서의 바다골재가 전체 골재 채취실적의 70%를 넘게 차지하기 때문에 골재의 가격은 인천, 수도권에서의 가격을 적용함. 서울, 인천의 골재 가격은 m^3 당 1만 1,500원이며, 2009년 바다골재 채취 실적은 2,341만 9천 m^3 이다. 따라서 골재 채취의 가치는 두 값을 곱한 2,693억 1,850만 원임(남정호·이윤정, 2010, p. 212).

2. 바다모래 자원의 가치평가 설계

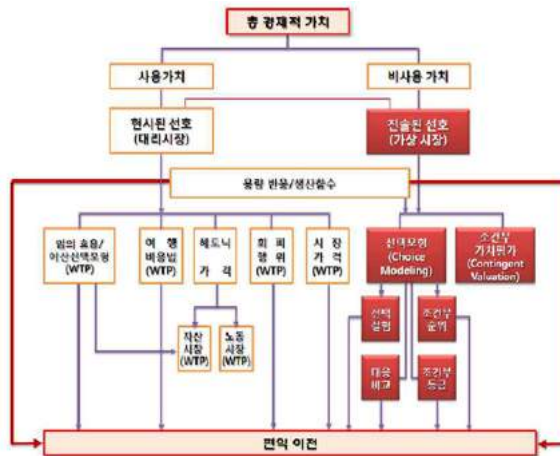
1) 평가 대상 선정

앞에서 살펴본 바다모래의 다양한 서비스 중에서 이미 시장에서 가격이 매겨져 시장가치로 평가된 부분을 제외한 비시장가치를 대상으로 평가한다. 즉, 바다모래의 조절서비스, 부양서비스, 문화서비스를 가치평가 대상으로 한다.

2) 연구방법론 선정

환경재 및 자원의 경제적 가치를 평가하는 방법론은 대리시장의 선택행위를 근거로 한 현시선호기법(revealed preference)과 가상시장을 제안하여 직접적으로 환경재의 가치를 유도하는 진술선호기법으로 구분할 수 있다.

〈그림 5-1〉 경제적 가치의 종류별 평가방법론



자료: Bateman *et al.*(2002)를 인용한 한국개발연구원 공공투자센터(2008), p. 301 재인용

비사용가치는 주로 진술선호기법(stated preference)을 적용하는데, 가장 범용적으로 사용되는 방법론은 조건부가치측정법과 실험선택 모형이다.

가. 조건부 가치측정법

조건부 가치측정법(CVM: Contingent Valuation Method)은 사람들이 환경재에 부여하고 있는 가치를 설문조사를 통해 직접적으로 추정하는 방식이다. 대면설문, 우편 조사, 전화 조사 등을 이용하여 사람들이 부여하는 환경재의 가치를 설문한다. 조건부 가치측정을 위한 설문지는 환경재의 양이나 질의 변화에 대한 가상적인 상황이나 정책적 시나리오를 제시하고 몇 가지 경제적인 선택조건들을 제시하여 사람들이 마치 실제 시장재화의 소비를 할 때와 마찬가지로 가상적인 선택을 하도록 한다. 설문조사를 받게 되는 응답자들은 실제로 환경재화의 변화에 대한 지불의사액(WTP)을 다양한 형태로 응답하게 된다.

CVM은 경제적 이론에 근거하고 있으며 오랜 기간 방법론에 대한 연구가 지속되어 오면서, 방법론의 적용범위도 매우 다양해졌다. 다만 선호를 나타내는 응답자의 판단과 응답의 질적 수준에 의존한다는 단점도 있다. 조건부 가치측정 설문의 응답이 편익추정자료로서 적절성을 지니기 위해서는 설문의 설계과정이 이론적 근거에 기반해야 한다. 즉, 적용과정에서 응답자가 진실된 자신의 선호를 밝히려는 전략적 행위를 하거나 주어진 시나리오가 지닌 가상성의 한계로 인해 응답자들이 제대로 시나리오를 받아들이지 못하게 되는 경우가 발생하는지 등을 충분히 검토해야 한다. 시나리오의 현실성을 높이기 위해서는 지불의사유도방법과 지불수단 등을 적절하게 설계해야 한다.

비시장재화의 가치평가에 있어 CVM을 적용할 때 얻을 수 있는 장 점으로는 첫째, 다양한 환경재화의 가치평가에 적용될 수 있다. 둘째, 보다 광범위한 비사용가치를 측정하는 데 유용하다. 셋째, Hicks 적 후생(Hicksian welfare)을 비교적 정확하게 측정 가능하다. 넷째, 추정결과의 유효성이나 신뢰성을 점검할 수 있다.

나. 실험선택 분석법

실험선택법은 컨조인트분석법의 하나로 다중속성(multiple attribute)으로 구성된 환경재의 속성들과 WTP 간의 상충관계를 추정할 수 있다.

실험선택법은 조건부 가치측정법과 달리 환경재의 화폐적 가치 평가 질문을 응답자에게 직접적으로 제시하지 않고, 하나 이상의 속성 대안들로 구성된 선택 집합(choice set)을 제시한다. 속성대안들 간의 선택결과로부터 응답자의 효용함수를 추정하며, 여러 속성에 대한 화폐가치를 추정한다.

다. 연구방법론 채택

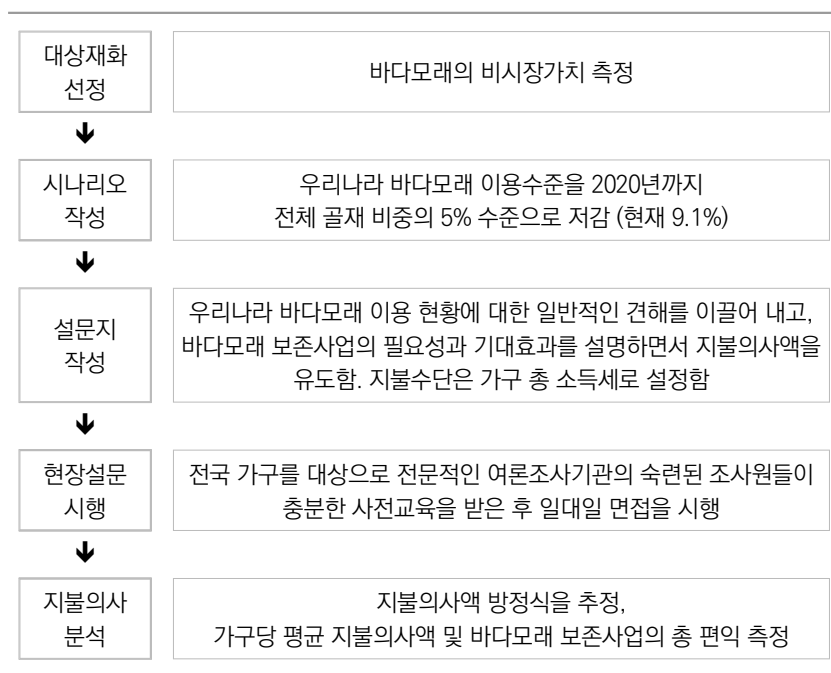
본 연구에서는 포괄적이고 광범위한 바다모래의 비시장가치 측면을 측정할 수 있는 조건부 가치측정법을 적용하고자 한다.

3) 가치평가 절차

가치평가 절차는 총 다섯 단계로 구분해 볼 수 있다. 1단계는 가치 측정대상(연구대상)을 선정하는 것이다. 2단계는 응답자가 이해할 수 있는 정책 시나리오를 작성한다. 3단계에서는 비시장가치를 유도하

기 위해 설계된 가상시장을 제시하는 설문지를 작성한다. 4단계에서는 현장 설문조사를 통하여 응답자로부터 응답자료를 수집하고 마지막으로 계량분석을 통하여 비시장가치 추정에 필요한 결과를 도출하고 해석한다.

〈그림 5-2〉 바다모래의 비시장가치 평가 절차



조건부 가치측정법을 적용하기 위한 제3단계 가상시장설계 부분을 구체화하면 다음과 같다. 우선, 측정이 가능한 환경가치와 관련된 바다모래 감축정책 시나리오를 작성한다. 그 다음으로 적절한 지불수단을 선정한다. 마지막으로 사전조사를 통하여 적절한 제시금액(가격속성)을 결정하고, 조사를 위한 표본설계를 시행한다.

〈그림 5-3〉 바다모래의 조건부가치측정법 적용을 위한 설문조사 설계 절차



가. 대상재화 선정 및 시나리오 작성

평가를 위한 가상 시나리오는 바다모래 이용수준을 저감하는 정책을 대상으로 한다. 2017년 12월에 발표된 ‘골재수급 안정대책’에 근거하여, 현재 전체 골재사용량 중 바다골재비중 9.1%(2017년) 수준에서 2020년에 5% 수준으로 감축하는 것을 평가 시나리오로 설정한다.

나. 지불수단 선택

지불수단을 결정할 때는 평가대상과 관련성이 있거나, 실제로 존재할 수 있는 현실적인 지불수단을 택해야 한다. 본 연구에서는 가구 총 소득세의 증가를 통한 정책시행 예산의 확보라는 지불수단을 제시했다. 정책 달성 기간인 향후 5년 동안 매년 지불하도록 지불기간

을 설계했다. 소득세는 응답자의 지불의사를 쉽게 표현할 수 있도록 하는 지불수단 중의 하나이다. 또한 NOAA 패널 보고서에서 제시한 가이드라인을 따라 대상재화에 대체재가 존재함을 명시했으며, 응답자의 WTP 표출은 본인의 다른 소비의 제약을 의미한다는 것을 밝혔다. 또한, 다른 관련정책이 아닌 ‘바다모래 채취량 감축정책’만이 평가대상이라는 점을 명시하여, 범위효과(scope effect)를 방지하고자 했다.

다. 지불의사 유도방법

본 연구에서는 소비자들이 현실시장에서 경제적 의사결정을 하는 방식과 유사한 방식의 지불의사 유도방법을 적용하고자 한다. 양분 선택형 질문은 주어진 제시금액에 대해 ‘환경재 공급 대가로 지불할 용의가 있는가?’를 단 한 차례 질문하고, 응답자가 ‘Yes/No’의 형태로 대답하는 방식이다. 응답자는 제시금액이 자신의 실제 WTP보다 같거나 작으면 ‘Yes’, 높으면 ‘No’로 응답할 것이다. 이러한 원리로 응답한 자료들과 주어진 제시금액 정보를 토대로 평균 지불의사를 추정하게 된다. 이 질문법은 응답의 용이성이 높아 응답률이 높다. 또한 응답과정의 다양한 편의(bias)가 개입할 가능성이 비교적 적으며, 전략적 행위도 최소화할 수 있다. 본 연구에서는 이 질문법을 기반으로 한 1.5경계 질문방식을 적용하고자 한다.

1.5경계 모형에서는 제시금액이 하한 제시금액(A')과 상한 제시금액(A'')의 범위로 응답자에게 제공된다. 보통 2개의 그룹으로 응답자를 구분하여 질문한다. 그룹1에 속한 응답자에게는 하한 제시금액을 먼저 제시하고, 지불의사가 있다(Yes)고 응답하면, 상한 제시금액에 대한 지불의사를 한 번 더 묻는다. 이때 ‘No’로 응답하면 질문을 멈

춘다. 그룹2에 속한 응답자에게는 상한 제시금액을 먼저 제시한다. 지불의사가 있다(Yes)고 응답하면 질문을 멈춘다. 'No'라고 응답하면 하한 제시금액에 대한 지불의사를 추가로 묻는다.

이때, 지불의사가 없다는 응답자의 응답 의도를 세분화하기 위해 스파이크 모형(spike model)을 적용하고자 한다.⁹⁰⁾ 본 연구에서 설계한 설문지에는 첫 번째 질문에서 A'이 제시되었을 때 'No' 응답자와 첫 번째 질문에 A''가 제시된 경우 두 번의 질문에서 연달아 'No-No'로 응답한 응답자에 대해 추가질문을 하도록 했다. 정말로 지불의사액이 0원인지 여부를 물었고, 이에 대해 'Yes'로 응답했다면 양(+)의 WTP를, 'No'로 응답한다면 영(0)의 WTP를 가진다고 보았다.

라. 제시금액의 설계

응답자에게 제시되는 제시금액의 수준에 따라 WTP 추정치의 평균 값이나 중앙값에 큰 영향을 미칠 수 있다. 이에 본 연구에서는 본 조사 시행 전 2차에 걸쳐 전문 설문조사기관의 사전조사(pre-test)와 검증 과정을 거쳤다. 그 결과를 기반으로 서울 지역 20가구의 임의 표본을 대상으로 바다모래 채취량 감축사업 관련 지불의사액에 대한 3차 사전조사를 전화설문으로 시행했다. 사전조사는 적절한 제시금액을 결정하는 데 도움이 되며, 사전조사과정에서 설문지 문항의 오류들을 발견하고 수정할 수 있어 조사의 완성도를 높이는 데 기여한다. 사전조사 과정을 통해 800원부터 11,000원까지 총 8개의 초기 제시금액을 선정했다. 전체 응답자를 무작위로 8개 그룹으로 나누어 제시금액을 분배했다.

90) Kriström(1997)의 1.5단계 스파이크 모형을 적용한 WTP 유도질문과 추정모형은 부록에 제시하였음. Kriström, B.(1997), p. 2-4.

〈표 5-5〉 제시금액 선정 결과

표본그룹	하한금액	상한금액
1	800	1,500
2	1,000	2,000
3	1,500	3,000
4	2,500	5,000
5	4,000	7,000
6	6,000	9,000
7	8,000	10,000
8	9,000	11,000

본 연구에서는 설문방식으로 Arrow, K. *et al.*(1993)이 보다 정확한 WTP 응답을 이끌어내기 위해 추천한 일대일 개별면접설문 방식을 채택했다.⁹¹⁾ 이 방식은 소요비용이 다른 방식에 비해 높지만 응답자에게 설문조사 내용을 보다 정확하게 설명할 수 있으며, 이를 통해 응답의 편의를 줄이고 정확한 지불의사를 이끌어낼 수 있다는 장점이 있다. 본 조사는 전문조사기관(해랑)에 의뢰하여, 숙련된 조사원들을 통해 실시되었다.

마. 표본 설계

조사대상지역은 전국 700가구이며, 만 20세 이상 65세 이하의 소득이 있는 세대주 또는 세대주의 배우자를 응답 대상으로 지정했다. 조사의 단위를 가구 단위로 설정했기 때문에, 세대주 또는 세대주의 배우자가 가구를 대표하는 응답자가 된다. 응답대상자의 임의표본을 추출하기 위해 지역별 인구 특성을 고려해서 표본을 할당했다. 최종 응답자 700명의 기초통계는 다음 표에 요약한 바와 같다.

91) Arrow, K. *et al.*(1993), p. 48.

〈표 5-6〉 응답자 정보

구분		사례수	비율	구분		사례수	비율
성별	남성	350	50.0%	교육 수준	중학교	25	3.6%
	여성	350	50.0%		고등학교	312	44.6%
연령	20~29세	89	12.7%		대학교	361	51.6%
	30~39세	153	21.9%		대학원	2	0.3%
	40~49세	169	24.1%	가구의 월평균 소득	100만 원 미만	1	0.1%
	50~59세	156	22.3%		200만 원 미만	30	4.3%
	60세 이상	133	19.0%		300만 원 미만	123	17.6%
지역	서울	298	42.6%		400만 원 미만	170	24.3%
	부산	105	15.0%		500만 원 미만	188	26.9%
	대구	75	10.7%		600만 원 미만	146	20.9%
	인천	89	12.7%		700만 원 미만	21	3.0%
	광주	44	6.3%		1000만 원 미만	19	2.7%
	대전	54	7.7%		1000만 원 이상	2	0.3%
	울산	35	5.0%	직업	농림수산축산업	8	1.1%
가구 원수	1인	46	6.6%		판매서비스직	92	13.1%
	2인	153	21.9%		일반사무직	132	18.9%
	3인	190	27.1%		생산기능직	54	7.7%
	4인	279	39.9%		기술직/엔지니어	48	6.9%
	5인 이상	32	4.6%		전문관리직 등	24	3.4%
					전업주부	154	22.0%
					무직	10	1.4%
					단순노무직	19	2.7%
					자영업	144	20.6%
					기타	15	2.1%

3. 실증분석 결과

1) WTP 모형 추정 결과

앞서 설명한 바와 같이, 1.5경계 스파이크 모형을 운용할 때, ‘Yes-Yes’, ‘Yes-No’, ‘No-Yes’, ‘No-No’, ‘Yes’, ‘No-Yes’, ‘No-No-Yes’, ‘No-No-No’의 8개 응답유형으로 구분된다. 부록 식(13)을 적용한 모수 추정 결과는 다음 표와 같다.

〈표 5-7〉 모형 추정 결과

변수	추정결과(t-값)
a	-0.026 (-0.3436)
b	0.1919 (13.3205)*
spike	0.5065 (26.6884)*
표본수	700
로그우도(Log-likelihood)	-741.7714
Wald 통계량 (p-value)	712.2713 (0.0000)

주: 1) Wald 통계량은 추정되어야 할 모수의 값이 모두 ‘0’이라는 가설하에서 계산된 것임

2) *는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄

3) 최우추정법의 용이한 적용을 위해 제시금액을 1,000원 단위로 입력함

부록 식(14)를 적용하여 추정한 평균 WTP는 다음 표와 같다. 바다 모래 채취 감축사업에 대한 전국 가구의 연간 평균 WTP는 약 3,544 원으로 추정되었다. 응답과정 및 모형 추정과정에서의 불확실성을 반영하기 위해 WTP의 95% 신뢰구간을 계산한 결과, 최소 3,135원에서 최대 4,051원으로 추정되었다.

〈표 5-8〉 바다모래의 가구당 평균 WTP 추정결과

구분	추정결과
평균 WTP (원/가구/연간)	3,544
(t-값)	(12.7641)***
95% 신뢰구간	3,134.8 - 4,050.5

주: 1) 평균 WTP의 표준오차는 델타법(delta method)을 이용하여 계산되었음

2) 평균 WTP의 신뢰구간은 Krinsky and Robb(1986)의 몬테카를로 모의실험 기법을 이용하여 계산하였으며, 5,000회의 재표본추출을 하였음. Krinsky, I. and A. L. Robb(1986), pp. 715-719

3) ***는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄

2) 바다모래 채취 감축의 비시장가치

연구에서 수집된 표본의 대표성이 확보되고 무응답의 문제가 없다면, 표본의 대표가구에 대해 추정된 WTP에 모집단의 가구수를 곱해 주면 표본의 정보를 모집단으로 확장할 수 있다.⁹²⁾ 가구수는 통계청에서 제공하는 2018년도 장래추계 가구수인 19,851,807가구를 적용했다.

개별가구의 연간 WTP는 약 3,544원이며, 이를 전국 총 가구로 확장시킨 총 가치는 연간 약 700억 원(최소 619억 원~최대 800억 원)에 이르는 것으로 분석되었다. 당초 지불기간은 감축사업기간인 5년간이기 때문에, 2018년부터 2022년까지 5년간의 연간 가치를 2018년 기준으로 현재가치화하여(사회적 할인율 5.5% 적용) 합산하면 바다모래 감축사업의 가구당 총 WTP는 약 15,966원(최소 14,123원~최대 18,248원)으로 추정된다. 이를 전국가구로 확장한 바다모래 채취 감축정책의 총 비시장가치는 약 3,153.6억 원(최소 2,789.5억 원~최대 3,604.3억 원)으로 추정된다.

이를 바다모래 감축량(900만 m^3)으로 나누어 바다모래 단위(m^3) 당

92) 해양수산부(2007), p. 141.

비시장가치로 환산해보면, 바다모래 1㎥당 평균적으로 35,041원(최소 30,994원 ~ 최대 40,048원)의 가치를 지니는 것으로 해석된다.

〈표 5-9〉 바다모래의 총 비시장가치 추정결과

구분	바다모래 감축정책의 비시장가치
평균 WTP(원/가구)	15,966원 (14,123원 ~ 18,248원)
총 비시장가치(억 원)	3,153.6억 원 (2,789.5억 원 ~ 3,604.3억 원)
바다모래 1㎥당 비시장가치 (원/㎥)	35,041원 (30,994원 ~ 40,048원)

한편, 앞서 살펴본 바와 같이 일반적으로 사람들은 바다모래의 ① 연안재해조절기능, ② 어류산란·서식처기능, ③ 해안 여가·휴양 기능을 향유함으로써 바다모래에 비시장가치를 부여하게 된다. 본 설문에서는 이러한 바다모래의 기능들에 대해 개개인의 중요도를 평가하도록 했다. 응답자들의 평가결과 연안재해 조절기능이(가중치 0.348) 가장 중요하게 평가되었으며, 어류 산란서식처 기능이(가중치 0.342) 약소한 차이로 두 번째로 중요하게 평가되었다.

〈표 5-10〉 바다모래의 기능에 대한 중요도 평가 결과

바다모래의 기능	설명	순위	중요도
연안 재해조절기능	연안의 해안선을 유지하고, 연안으로 내습하는 파도의 에너지를 분산하여 재해 방지	1	0.348
어류산란·서식처 기능	해저 생물과 어류의 서식처 제공	2	0.342
해안 여가·휴양 기능	모래해안은 해수욕을 즐길 수 있는 쾌적한 공간을 유지하게 하며, 바닷가의 경관을 형성	3	0.310
합계		-	1.000

4. 분석 결과의 요약 및 시사점

본 연구는 전국 700가구의 응답자료를 토대로 조건부가치측정법을 적용하여 바다모래 채취 감축정책에 대한 WTP를 도출했다. 바다모래 감축사업(2018년부터 2022년까지 5년간)에 대한 가구당 총 WTP는 약 15,966원(최소 14,123원~최대 18,248원)으로 추정되며, 전국으로 확장한 총 비시장가치는 약 3,153.6억 원(최소 2,789.5억 원~최대 3,604.3억 원)으로 추정된다. 이는 바다모래 1m³당 평균적으로 35,041원(최소 30,994원~최대 40,048원)의 비시장가치를 지니는 것으로 해석할 수 있다.

이렇게 추정된 바다모래의 비시장가치는 바다모래가 시장에서 상품으로 거래되어 건설용 재료 등으로 사용되는 가치 이외에 연안의 재해조절, 어류의 산란·서식처, 해안의 여가 및 휴양공간 제공과 같이 인간에게 환경 및 생태계측면의 기능을 제공함으로써 지니는 사회적 가치로 해석할 수 있다.

제3절 관련 부담금 및 사용료 체계 적용 방안

1. 관련 제도 현황

일반적으로 공유재의 외부효과를 저감하는 방안은 크게 경제주체 간 자발적 거래, 정부의 직접규제, 경제적 유인체계 등으로 구분된다. 이 중 경제적 유인제도는 공유재를 이용함으로써 발생하는 부(負)의 외부성에 대한 비용을 이용자가 부담하도록 함으로써 이용수준을 적정수준으로 줄이도록 유도한다.

골재채취와 관련된 현행 제도로는 공유수면 점용료·사용료 제도와 해양생태계보전협력금제도가 있다. 공유수면 점용료·사용료제도에 따르면, 바다모래 채취 행위는 모래자원의 사용행위에 대해 사용량에 비례하여, 시중의 모래가격의 일정비율만큼의 금액을 사용료로 지불하도록 하고 있다.⁹³⁾ 해양생태계보전협력금에서는 「골재채취법」 제22조에 따른 50만 m^3 이상의 바다골재채취 및 같은 법 제34조에 따른 바다골재채취단지의 지정에 대해 지정면적에 비례하여 부과한다.

2. 현행 제도의 문제점

현행 두 제도는 동일한 골재채취 행위에 대해 각각 채취면적과 채취량을 기준으로 부과하고 있어, 각 제도의 취지와 목적에 적합한 징수방식으로 개선할 필요가 있다. 예를 들면, 해양생태계보전협력금 제도의 부과목적인 해양생태계 영향 행위에 대한 원인자부담금 성격의 제도에서는 채취면적기준으로 부과할 경우, 골재채취로 인한 해양생태계 영향을 고려한 적정 부과기준으로는 한계가 있다. 또한 공유수면 점용료·사용료 제도에서는 자원의 사용에 대한 대가로 채취량당 골재가격 및 채취원가에 비례한 금액을 징수하도록 하고 있는데, 골재자원은 자원의 경합성이 존재하는 공유자원이기 때문에 공유자원의 희소성과 시장가치 등을 고려한 이용료 수준의 현실화를 시도할 필요가 있다. 특히 연안에 비해 국책사업에 주요 활용한다는 이유로 EEZ의 모래채취 사용료 요율을 낮추어 차등요율을 적용하고

93) 물론 동 제도의 취지에 따라 골재를 채취하기 위해 점용하게 된 공유수면의 공간면적에 비례하여 별도의 점용료(인근 공시지가의 일정비율 기준)를 지불하게 된다.

있으나, 현재 두 채취원의 모래자원은 국책사업용과 민수용의 구분 없이 공급되고 있어 차등요율의 실효성이 떨어진다. 또한 EEZ 모래에 대해서는 채취원가를 기준으로 요율을 적용하고 있는데 이에 대한 이론적 근거가 부족하다.

〈표 5-11〉 바닷모래 채취 관련 사용료 및 부담금 체계

구분	내용	
해양 생태계 보전 협력금	근거법	「해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률」 제49조
	부과목적	해양생태계에 현저한 영향을 미치거나 해양생물다양성의 감소를 초래하는 사업을 하는 자에게 부과·징수
	골재채취 관련 부과대상	「해양환경관리법」 제 85조에 따른 해역이용영향평가 대상사업 중 골재채취법 제22조에 따른 50만 ㎡ 이상의 바다골재채취 및 같은 법 제34조에 따른 바다골재채취단지의 지정
	부과요율	해양생태계 훼손면적(㎡) × 단위면적당 부과금액(300원/㎡) × 지역계수(항만구역 2, 항만구역 외의 지역 6, 보호구역 20, EEZ 3)
	사용용도	오염자부담의 원칙에 따라 훼손한 만큼의 비용을 개발사업자에게 부과·징수함으로써 훼손된 해양생태계의 복원사업 등 해양생태계보전 및 복원 사업에 사용
공유수면 점용료·사용료	근거법	「공유수면관리 및 매립에 관한 법」 제13조
	부과목적	공유수면의 점용 또는 사용허가, 협의, 승인을 받은 자에게 일정금액의 점용료 및 사용료를 부과·징수
	골재채취 관련 부과대상	전체: 공유수면 점용·사용 허가대상 11가지 유형 골재관련: 업무처리규정 [별표2] 4. 흙·돌·모래·자갈 또는 준설토(매립용, 성토용 또는 골재용으로 활용하는 경우) 채취를 위한 점용·사용행위
	부과요율	가. 단위부피당 도매가격 평균치의 100분의 30 나. 배타적 경제수역의 경우, 골재채취단지의 단위당 골재채취원가를 산술평균한 값의 100분의 20 다. 채취 행위가 어장 어항 또는 항만구역 준설편익적인 경우, 가목 가격 평균치의 100분의 10
	사용용도	지자체 수입 및 수산자원조성사업 등

자료: 「해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법」, 「공유수면관리 및 매립에 관한 법」

3. 제도 개선 방안

원인자부담과 수익자부담원칙에 따른 부과체계 개선 대안을 요약하면 다음 표와 같다. 공유수면 점용료·사용료 제도는 공유재 이용에 대한 수익자부담원칙 적용할 경우 골재채취를 위한 공간 점용 및 골재자원 사용을 부과대상으로 국한하는 것을 고려할 수 있다. 부과 기준은 공간점용은 기존 규정에 따라 점용면적에 비례하여 인근 공시지가를 적용하고 골재자원은 채취량에 비례하여 매도가격(또는 수익)의 일정비율을 적용할 수 있다. 해양생태계보전협력금의 경우 골재채취량과 면적의 병산기준이 적절해 보이며, 생태계훼손비용 등의 바다모래의 비시장가치를 반영한 부과기준으로 현실화할 필요가 있다. 부과 주기도 1회성 부담이 아닌 매년 또는 상시적 부담이 적절하다.

〈표 5-12〉 골재채취 관련 부과 체계 개선 방안

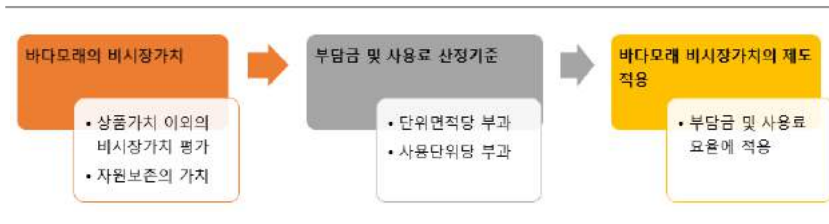
구분	공유수면 점용료·사용료		해양생태계보전협력금	
	현행	개선안	현행	개선안
부과 원칙	수익자부담원칙, 원인자부담원칙의 혼재	수익자부담원칙	원인자부담원칙	원인자부담원칙
부과 대상	골재채취를 위한 공간 점용 및 골재자원 사용	동일	골재채취 단지지정 및 골재채취 행위	동일
부과 기준	<ul style="list-style-type: none"> 공간점용: 면적 기준 지가적용 골재채취: 채취량 기준 채취원가의 일정 비율 	<ul style="list-style-type: none"> 공간점용: 동일 골재채취: 채취량 기준 채취 수익의 일정 비율 	<ul style="list-style-type: none"> 채취면적 기준 m^2 당 300원 	<ul style="list-style-type: none"> 골재채취량 및 채취면적의 병산 방식 바다골재의 비시장가치(훼손 비용 및 복구비용) 부담 부과기준 현실화
부과 방법	매년 부과	동일	1회성 부담	매년 또는 상시적 부담

자료: 윤성순·김경신·장정인(2017), p. 80을 토대로 재작성

4. 바다모래 가치의 제도 적용방안

본 소절에서는 앞서 평가한 바다모래의 비시장가치를 부담금 및 사용료 체계에 적용하는 구체적인 방안 제시하고자 한다.

〈그림 5-4〉 바다모래 비시장가치의 제도 적용 방안 도출 과정



1) 부담금 및 사용료의 구분

부과목적별로 구분하면, 공유재 이용대가 부과목적과 환경비용 부담 목적 준조세로 나뉜다. 공유재의 이용대가 부과목적 준조세는 공유수면의 공간과 자원을 집약적으로 이용하거나 이용으로 인해 이익을 얻는 주체에게 수익자부담원칙과 사용자부담원칙에 따라 공유재 이용에 대한 대가를 부담하게 한다.

〈표 5-13〉 부과목적과 부과원칙

부과목적	부과원칙	내용
공유재 이용대가	수익자부담원칙 (benefit principle) 사용자부담원칙 (user pay principle)	공유수면의 공간과 자원을 집약적으로 이용하거나, 이로 인해 이익을 얻는 주체에게 공유재 이용에 대한 대가를 부담
환경비용 부담	오염자부담원칙 (polluters pay principle)	공유수면의 이용·개발 행위로 인해 발생하는 생태적 환경적 피해에 대한 사회적 비용을 원인행위자가 부담

자료: 장정인·최희정·최석문(2017), p. 171

환경비용 부담 목적의 준조세는 공유수면의 이용·개발 행위로 인해 발생하는 생태·환경적 피해에 대한 사회적 비용을 오염자부담원칙에 따라 행위자가 부담하게 한다.

2) 부과유형

부담금 및 사용료 부과 행위의 유형은 크게 자원사용, 공간점용, 해양배출행위로 구분된다. 바다모래 채취는 자원사용 유형에 속한다. 자원사용 유형은 어업자원 이외의 자원을 공유수면으로부터 직접 취하는 행위를 뜻한다. 공간점용은 매립, 인공시설물 설치, 굴착 및 준설 행위, 식물식재행위, 자원탐사 및 채취를 위한 공간점용 등과 같이 공유수면의 이용을 위해 공유수면의 일정 공간을 점유하는 것을 뜻한다. 해양배출행위는 준설토 및 토석 투기, 온배수 배출, 해양오염물질 배출 등과 같이 특정 물질의 배출로 인해 공유수면의 형상을 변경시키거나, 수질 및 생태를 변화시킬 가능성이 있는 행위를 뜻한다.

〈표 5-14〉 부담금 및 사용료의 부과대상 유형

부과목적	유형	대상 행위	내용
↑ 환경비용 부담 ↓	↑ 공유재 이용 대가 ↓	자원사용	<ul style="list-style-type: none"> • 해수인수 • 골재·광물·석유·가스 채취 어업자원 이외의 자원을 공유수면으로부터 직접 취하는 행위
		공간점용	<ul style="list-style-type: none"> • 매립 • 인공시설물 설치 • 굴착·준설 • 식물식재 • 자재부유 • 자원사용을 위한 공간점용 공유수면의 이용을 위해 공유수면의 일정 공간을 점유하는 행위
		해양배출	<ul style="list-style-type: none"> • 준설토·토석 투기 • 온배수 배출 • 해양오염물질 배출 특정 물질의 배출로 인해 공유수면의 형상을 변경시키거나, 수질 및 생태를 변화시킬 가능성이 있는 행위

자료: 장정인·최희정·최석문(2017), p. 172

3) 요율체계 고려요인

바다모래 채취에 대한 부담금 부과 요율체계에서 고려해야 할 요인은 피해규모와 채취해역의 특성이다. 피해규모는 바다모래 채취가 해양환경 및 생태계에 미치는 직간접적 영향 요인으로, 채취과정에서 발생하는 소음, 혼탁수, 모래자원손실 등과 채취 후 발생하는 해저퇴적층 및 해저지형변화, 수산자원 및 저서생물 감소, 연안침식으로 인한 해안경관 및 해수욕장 모래 유실 등을 들 수 있다.

〈표 5-15〉 바다모래 채취에 따른 부담금 요율 산정 시 고려 요인

구분		세부 고려 요인
피해규모* : 해양환경·생태계에 미치는 직·간접 영향		<ul style="list-style-type: none"> • 직접영향: 소음, 모래제거, 혼탁수 • 간접영향: 해저퇴적층 및 해저지형변화, 수산자원 및 저서생물 감소, 연안침식으로 인한 해안경관 및 해수욕장 모래 유실
채취해역 특성	자연 환경	<ul style="list-style-type: none"> • 채취량 또는 채취해역 면적 • 채취해역의 수심 변화(해저 지형의 변화) • 채취해역의 해안에서의 거리(EEZ도 고려) • 채취기간과 회복(복원) 속도 • 부유물질 확산 범위 • 해저 서식지 및 지형 특성
	사회 경제	<ul style="list-style-type: none"> • 채취해역 주변의 양식장, 수산자원보호구역 등 제도적 요인⁹⁴⁾ • 타 이용행위(수산, 양식, 항행 등)와 상충 여부 • 해양생태계서비스 가치 • 모래수입가격

주: * 원문에서 사용된 ‘피해규모’라는 용어는 실제로 피해규모를 산정하는 데에 여러 한계가 있으므로, ‘영향규모’의 개념에 더욱 가까움

자료: 해양수산부(2005), pp. 40~41 재정리

94) 과거 「골재채취법 시행령」 제27조(대통령령 제23471호, 2011.12.30., 일부개정)에 명시된 골재채취허가가 제한된 해역은 ① 「문화재보호법」 지정문화재(보호물 또는 보호구역 포함한다)의 경계로부터 2km(천연기념물 및 명승의 경우에는 4km) 이내의 구역, ② 「군사기지 및 군사시설 보호법」 제2조의 규정에 의한 군사시설의 경계로부터 1km 이내의 지역, ③ 수산자원보호구역의 경계로부터 1km 이내의 지역, ④ 「수산자원관리법」 수산자원관리수면의 경계로부터 1km 이내의 수역, ⑤ 댐 또는 하구둑의 물막이 둑 또는 배수문으로부터 상·하류 방향으로 1km 이내의 하천구역과 물넘이둑에서 하류방향으로 1km 이내의 하천구역, ⑥ 해면의 방조제 및 배수갑문으로부터 1km이내의 해역과 해안 또는 해안공작물로부터 50m 이내의 해역임. 현재 법률에는 이 조항이 삭제됨 (장정인·최희정·최석문(2017), p. 181).

4) 부과기준

바다모래 채취 행위의 부담금 부과기준이 되는 지표로는 바다모래 채취량(무게 및 부피), 채취면적, 판매액 등이 있다. 채취량 기준은 적용하기 용이하며, 해사채취의 피해 크기와 비례한다. 해양수산부(2005)에 따르면, 부과기준에 해역특성을 고려할 경우 수심 계수와 이안 계수를 적용할 수 있다고 보았다.

〈표 5-16〉 바다모래 채취에 따른 부담금 요율 산정 시 부과 기준(안)

구분	부과 기준(안)
바다모래 채취 행위	<ul style="list-style-type: none"> • 바다모래 채취량 • 바다모래 채취면적 • 바다모래 판매액
이안거리 (이안계수)	<ul style="list-style-type: none"> • 이안거리 5km 이내: 1.2 • 이안거리 5km 초과 10km 이내: 1.0 • 이안거리 10km 초과 영해외측한계 이내(영해외측한계가 없는 해역에서는 20km 이내): 0.8 • EEZ(영해외측한계가 없는 해역에서는 20km 초과): 0.6
수심 (수심계수)	<ul style="list-style-type: none"> • 수심 10m 이내: 1.2 • 수심 10m 초과 30m 이내: 1.0 • 수심 30m 초과 50m 이내: 0.9 • 수심 50m 초과: 0.8

주: 이안거리는 '중요 해양생태계'에서 채취위치(허가구역)까지의 최단 거리를 의미함

자료: 해양수산부(2005), pp. 48~49 재정리

5) 제도 적용방안

앞서 살펴본 바와 같이, 바다모래 채취 행위에 대해서는 공유재 이용대가를 목적으로 하는 사용료 제도인 공유수면 점용료·사용료와 환경비용부담을 목적으로 하는 부담금제도인 해양생태계보전협력금을 부담하게 된다. 바다모래 채취 행위는 사용료 체계에서는 바다모

래의 시장가치를 기준으로 요율을 산정하며, 부담금체계에서는 모래 자원의 비시장가치를 기반으로 산정하는 것이 바람직하다.

〈표 5-17〉 바다모래 채취 행위 부담금 및 사용료 산정기준

부과목적	제도	산정기준	적용 여부
공유재 이용대가	사용료 (공유수면 점용료·사용료)	• 바다모래의 시장가치	√
		• 수익률	
환경비용 부담	부담금 (해양생태계보전 협력금)	• 모래자원의 비시장가치(연안 재해조절, 해양생물 서식처, 여가휴식처)	√
		• 모래자원 이용의 피해비용 및 복구비용	√
		• 모래자원의 유한성 및 희소성 수준	√
		• 모래자원 이용으로 인한 지형변화 및 생태계훼손의 정도	

자료: 저자 작성

제 6 장

대체모래 공급량 분석

제1절 건설용 모래 수요 전망

1. 골재 수요 전망

건설투자는 지난 3년간(2015~2017년) 우리나라 경제성장을 주도했지만, 2018년에는 정부의 주택투기억제 정책, SOC 예산 감축, 평창 올림픽 특수효과 소멸 및 아파트 착공 물량 감소 등의 비주거용 건축 축소 등으로 전년도 대비 1.8% 감소한 244.3조 원이 될 전망이다.⁹⁵⁾

〈표 6-1〉 국내 경제 및 건설투자 전망(2018~2021년)

단위: %, 조 원

구분	2018	2019	2020	2021
국내총생산	2.8	2.9	2.8	2.7
건설투자 증가율	-1.8	-1.4	-0.4	0.4

95) 국회예산정책처(2017. 9. 28), p. 26; 국토교통부(2018. 2), p. 3.

구분	2018	2019	2020	2021
건설투자액	244.3	240.9	239.9	240.9

자료: 국회예산정책처(2017. 9. 28), p. 26, pp. 46~54; 국토교통부(2018. 2), p. 3 건설투자액 계산(2019~2021년) 기반으로 저자 작성

골재수요는 건설투자에 비례하며, 국내 건설투자 전망치에 10억 원 당 골재투입 원단위인 948.7m³를 곱하여 산정하고, 모래 및 자갈 수요는 전체 골재수요에서 단위 레미콘 당 모래 투입비중(43.4%), 자갈 투입비중(56.6%)을 고려하여 배분한다.⁹⁶⁾

〈표 6-2〉 골재수요 계산식

단위: %, 조 원

구분	계산식
10억 원당 골재투입 원단위	$551\text{m}^3(10\text{억 원당 레미콘투입 소요량}) \times 1.25(\text{레미콘 소요 골재투입 비중}) \times 1/0.726(\text{골재의 레미콘 비중})$
골재수요	$\text{건설투자 전망치} \times 10\text{억 원당 골재투입 원단위}(948.7\text{m}^3) \times \text{최근 4년간 레미콘출하비중 평균치}(1.62\%)$
모래 수요	$\text{골재수요} \times 43.4\%$

자료: 국토교통부(2018. 2), pp. 3~4 기반으로 건설투자액 계산(2019~2021년)

전문가들은 단기적으로 건설경기 회복은 어려울 것으로 예상하여 2022년의 건설투자전망치는 2021년과 같은 0.4%로 가정했다.⁹⁷⁾ 골재수요 계산식에 따른 2018년 골재수요 전망치는 23,177만 m³이고, 실제 골재 필요량은 손실률 5%를 감안한 24,336만 m³이다. 정부가 2017년 말 골재수급 안정화 대책에서 총 골재 대비 바다모래 비중을 5%까지 감축하겠다고 발표한 시점인 2022년의 골재공급량은 24,087만 m³가 될 전망이다.

96) 국토교통부(2018. 2), p. 3 기반으로 저자 작성.

97) 국토교통부(2018. 2), p. 3.

〈표 6-3〉 골재 및 모래 수요 전망치(2018~2022년)

단위: 조 원, 만 m³

구분	2018	2019	2020	2021	2022*
건설투자 전망치	244.3	240.9	239.9	240.9	240.9
골재수요 전망치	23,177	22,845	22,760	22,845	22,940
실제 골재 공급 필요량**	24,336	23,987	23,897	23,987	24,087

주: * 2022년 건설투자 증가율(+0.4%)이 2021년과 동일하다고 가정

** 실제 공급 필요량은 손실률(5%)을 감안하여 산정

자료: 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 3, 6

2. 바다모래 수요 전망

2018년 기준 바다모래 공급예정량은 실제 골재 공급필요량의 8.6%인 2,100만 m³이다. 정부는 2018년 필요한 바다모래를 남해 EEZ에서 400만 m³, 서해 EEZ에서 800만 m³, 웅진 연안 및 태안 연안에서 각각 600 만m³, 300만 m³를 채취할 계획이다.⁹⁸⁾ 정부가 2017년 말에 발표한 골재수급 안정화 대책에서는 총 골재 대비 바다모래 비중을 2022년까지 5%까지 감축하겠다고 발표했다.⁹⁹⁾ 정부가 발표한 골재수급 안정화 자료에 따르면 2019년부터 2022년까지 골재 수요량 중 바다모래 비중이 현 수준인 8.6%에서 매년 약 1%씩 감소하여 2022년의 바다모래 공급량은 전체 골재 공급필요량의 5%인 1,200만 m³가 될 것으로 전망되고 있다. 그 결과 2022년에는 바다모래 채취량은 총 골재대비 5%, 총 모래대비 11.5%가 될 예정이다.

98) 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6.

99) 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6.

〈표 6-4〉 바다모래 수요 전망치(2018~2022년)

단위: 만 m³, %

구분	2018	2019	2020	2021	2022
실제 골재 공급 필요량	24,336	23,987	23,897	23,987	24,087
모래 공급량 전망치(43.4%)	10,562	10,410	10,371	10,410	10,454
바다모래 수요 계산치	2,093	1,943	1,799	1,511	1,204
바다모래 수요 전망치*	2,100	1,950	1,800	1,500	1,200
총 골재 대비 바다모래 비중	8.6	8.1	7.5	6.3	5
총 모래 대비 바다모래 비중	19.9	18.7	17.3	14.4	11.5

주: * 정부가 발표한 바다모래 수요 전망치

** 채취물량은 계획 물량으로 해역이용협의 시 변동 가능

자료: 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6 기반으로 저자 정리

제2절 골재 다변화 통한 모래 공급계획

1. 대체 모래 종류

전체 골재 수요량 중 바다모래 비중을 5%로 감축하기 위해서는 모래 골재원의 추가 확보가 필요하다. 모래의 추가 골재원으로 가능한 것은 육상모래·하천모래·산림모래 등의 천연모래, 부순모래·슬래그 잔골재 등의 가공모래, 순환골재 중 잔골재와 수입모래 등이 있다.

천연모래는 논·밭에서 채취하는 개답사, 신규 채석단지에서 생산되는 산림 골재가 포함된다. 가공모래인 부순 모래는 공사 중 발생되는 암석을 샌드플랜트와 같은 파쇄설비를 이용하여 생산한 것이다. 용광로에서 나오는 슬래그인 고로 슬래그, 전기로 산화 슬래그, 동 슬래그, 연 슬래그 등이 있다. 또한 건설폐기물인 폐콘크리트에서 모래를 추출하는 순환골재가 있다. 마지막으로 북한 모래뿐만 아니라 말레이시아, 베트남 등에서 유입된 수입모래 등이 있다.

〈표 6-5〉 바다모래 대체골재 목록

구분			기호	내용
천연골재	산림골재	잔골재	NS	하천, 산림, 공유수면이나 그 밖의 지상, 지하 등에 부존하는 자연상태의 모래 또는 자갈을 파쇄, 입도 선별, 세척 등을 통해 생산하는 골재
	육골재 (개답사)			
부순 골재		잔골재	CS	천연 상태의 암석 또는 공사현장 등에서 발생하는 암석, 모래, 자갈을 파쇄, 입도선별, 세척 등을 통해 생산하는 골재
고로 슬래그 골재		잔골재	BFS	용광로에서 선철과 동시에 생성되는 용융 슬래그를 물 또는 공기로 급격히 냉각시켜 입도 조정한 것
전기로 산화 슬래그 골재		잔골재	EFS	전기로에서 용강과 동시에 생성되는 용융 산화 슬래그를 물 또는 공기로 급격히 냉각시키거나 공기 중에서 서서히 냉각시킨 후 철분을 제거하여 입도 조정한 것
동 슬래그 골재		잔골재	CUS	‘로’에서 동과 동시에 생성하는 용융 슬래그를 물 또는 공기로 급격히 냉각시키거나 공기 중에서 서서히 냉각시켜 입도 조정 한 것
연 슬래그 골재		잔골재	LS	연광석을 제련로에서 연속으로 용융, 환원할 때 생성되는 용융 슬래그를 물 또는 공기로 급격히 냉각(I형)시키거나 공기 중에서 서서히 냉각(II형)시켜 입도 조정한 것
페로니켈 슬래그 골재		잔골재	FNS	‘로’에서 페로니켈과 동시에 생성되는 용융 슬래그를 물 또는 공기로 급격히 냉각시키거나 공기 중에서 서서히 냉각시켜 입도 조정한 것
용융 슬래그 골재		잔골재	MS	일반 폐기물 및 하수 슬러지의 용융 고화 시설에서 제조된 용융 물을 냉각 고화하여 입도 조정한 것
순환 골재		잔골재	RS	기존 콘크리트 구조물의 철거로 인해 발생하는 폐 콘크리트 등과 같이 이미 경화된 콘크리트를 파쇄하여 가공한 골재
구조용 경량 골재	인공경량 골재	잔골재	ALS	고로 슬래그, 점토, 규조토암, 석탄회, 점판암과 같은 것을 팽창, 소성, 소파하여 생산되는 골재
	천연경량 골재	잔골재	NLS	경석, 화산암, 응회암과 같은 천연골재를 가공한 골재
	바텀 애시 경량골재	잔골재	BLS	화력발전소에서 부산되는 바텀 애시를 가공한 골재
기타	수입골재	잔골재	-	말레이시아, 베트남 등 해외와 북한에서 수입된 모래
	준설토	잔골재	-	항만건설, 항로유지, 항만 및 하천 정비사업 등으로 발생한 모래, 실트, 점토 등으로 구성된 토사

자료: 산업표준심의회(2016. 8. 30), p. 5의 내용¹⁰⁰⁾을 기반으로 저자 수정

바다모래를 대신할 대체골재 종류는 많지만 건설용 콘크리트 골재는 건물의 안정성과 직결되는 품질에 대한 논란이 있어 현재 바다모래를 대체할 대안은 많지 않은 편이다.

골재는 레미콘, 건축기초, 아스콘, 일반콘크리트에 사용되는데, 72.6%가 레미콘용에 사용된다. 레미콘에 사용되는 콘크리트용 골재의 구성요소는 자갈(44.1%), 모래, 시멘트(14%), 물(7.5%)로 구성되는데 그중 모래가 34.4%를 차지한다.¹⁰¹⁾ 모래는 콘크리트 재료의 간극을 메워주는 등 콘크리트 품질을 좌우하는 주요한 자원 중에 하나이다.

2. 정부의 골재원 다변화를 통한 모래 공급계획

모래 공급원의 다변화를 통해 2022년 바다모래 공급량을 전체 골재 공급량의 5%로 줄이기 위해서는 향후 5년간 바다모래 채취량을 연평균 13.1%씩 감소시켜야 한다. 이를 위해서는 육상모래, 하천모래, 산림모래, 부순모래 등은 연평균 각각 0.5%, 1.9%, 1.9%, 3.3%를 증산해야 하고, 순환골재, 수입모래, 준설토 등의 기타모래는 현재 수준이 유지되어야 한다.

바다모래를 총 골재량에서 5%, 총 모래양에서 11.5% 수준으로 감축하기 위해서는 천연골재인 육상, 하천, 산림모래를 각각 16만 m³, 9만 m³, 212만 m³를 증산해야 한다. 그리고 가공골재인 부순모래를 555만 m³를 더 생산해야 하고, 기타모래(준설토 700만 m³ 등)는 현재 수준을 유지해야 한다.

100) 국가표준인 콘크리트용 골재(KSF 2527)의 적용범위를 천연, 부순, 고로 슬래그, 전기로 산화 슬래그, 동 슬래그, 연 슬래그, 페로니켈 슬래그, 용융 슬래그, 순환, 경량 골재의 굵은 골재 및 잔골재라고 규정하고 있다.

101) 한국골재협회, 「골재정의-골재의 작용」(검색일: 2018. 5. 9)의 그림을 기반으로 저자 수정.

〈표 6-6〉 바다모래 수요 전망치(2018~2022년)

단위: 만 m³, %

구분		2018	2019	2020	2021	2022	CAGR
골재수요량		23,177	22,845	22,760	22,845	22,940	-0.3%
골재 공급량		24,336	23,987	23,897	23,987	24,087	-0.3%
모래 공급 량	계	10,562	10,410	10,371	10,410	10,454	-0.3%
	육상모래	804	804	804	810	820	0.5%
	하천모래	116	116	116	125	125	1.9%
	산림모래	2,728	2,781	2,834	2,887	2,940	1.9%
	부순모래	4,064	4,009	4,067	4,338	4,619	3.3%
	기타모래 (순환/수입/준설토 등)	750	750	750	750	750	0.0%
	바다모래	2,100	1,950	1,800	1,500	1,200	-13.1%

자료: 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6 기반으로 저자 정리

이러한 골재원 다변화를 통해 총 골재 공급량에서 바다모래 비중이 2018년 8.6%에서 2022년 5.0%로 3.6% 포인트(p)감축될 예정이다. 그 대신 2022년에는 부순모래는 2018년보다 2.5%p, 산림모래는 1.0%p, 육상모래는 0.1%p, 하천모래는 0.04%p 증산해야 한다.

2018년에서 2022년까지 누적으로 감축되는 바다모래 채취량은 900만 m³로 현재 채취량인 2,100만 m³의 42.9% 수준이다. 그리고 향후 5년간 감축해야 하는 바다모래 채취량인 900만 m³는 1m 높이의 토산을 쌓았을 때, 여의도 면적(8.4km²)의 1.1배에 해당하는 많은 양이다.

바다모래 채취량 감축 목표를 달성하기 위해서는 정부가 바다모래 대신 증산하기로 한 천연모래(산림, 육상, 하천모래), 가공한 부순모래 등의 증산이 가능한지를 검토한다. 그 다음 기타모래(준설토, 수입, 순환골재 등) 등의 생산이 현 상태 유지가 가능한지를 파악해야 한다.

〈표 6-7〉 바다모래 누적 감축량(2018~2022년)

단위: 만 m³, %

구분	2018 (A)	2022 (B)	누계 증감량(C)* (2018~2022)	C/A 비중	총 골재대비 비중	
					2018년	2022년
총 모래 공급량	10,562	10,454	-108	-1.0	43.4	43.4
육상모래	804	820	16	2.0	3.3	3.4
하천모래	116	125	9	7.8	0.48	0.52
산림모래	2,728	2,940	212	7.8	11.2	12.2
부순모래	4,064	4,619	555	13.7	16.7	19.2
기타모래	750	750	0	0.0	3.1	3.1
바다모래	2,100	1,200	-900	-42.9	8.6	5.0

주: * 누계 증감량(C)은 2018년 공급량을 기준으로 매년 증산 공급해야 하는 모래양 차이를 누적해서 계산함

자료: 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6 기반으로 저자 작성

제3절 천연모래 및 부순모래 공급 가능성

1. 천연모래 부존량

골재자원 조사 결과 전국의 골재 부존량은 263억 m³인데, 이 중 개발 가능량은 172억 m³ 수준이다. 지난 22년간(1993~2015년) 허가채취 물량은 약 28억 m³ 수준으로 개발 가능량은 145억 m³이며, 모래는 101억 m³ 수준으로 추산된다.¹⁰²⁾

모래 개발 가능량 중 가장 많은 잔량을 가지고 있는 모래는 육상모래로 현 수준으로 모래를 공급할 경우 향후 670년간 채취 가능하다.

102) 국토교통 통계누리(검색일: 2018. 5. 8); 국토교통부(2014), p. 103, 127을 기반으로 계산하여 작성.

하지만 개답사 등 논·밭에서 채취하는 육상모래는 환경 문제로 증산이 어려운 상황이다. 하천모래는 55년간만 채취 가능하고 환경문제로 인하여 채취 자제가 필요하다.

〈표 6-8〉 골재자원 부존량 및 모래 채취 가능량

단위: 천 m³, %

구분	부존량	골재 개발 가능량 (A)	골재 허가 채취 실적* (1993~2015) (B)	골재 잔량 (A-B)	모래 비율** (C)	모래 잔량 (A-B)×C	5년 평균 모래 공급량***	공급 예상 년도
계	26,374,475	17,278,346	2,777,584	14,500,762 (100.0%)	45.4	10,105,266 (100.0%)	56,188	180
하천	2,088,043	930,902	650,917	279,985 (1.9%)	87.8	245,712 (2.4%)	4,473	55
바다	7,842,402	4,489,797	620,667	3,869,130 (26.7%)	100.0	3,869,130 (38.3%)	20,000	193
산림	8,184,998	6,061,314	1,320,334	4,740,980 (32.7%)	26.6	1,259,172 (12.5%)	12,820	98
육상	8,259,033	5,796,332	183,054	5,613,278 (38.7%)	84.3	4,731,253 (46.8%)	7,059	670

주: * 국토교통부(2014. 2), p. 127의 값에 국토교통 통계누리.(검색일: 2018. 5. 8)의 2014~2015년 값을 더함

** 국토교통부(2018. 2), pp. 19~23의 2018년도 허가공급 골재 중 모래 비중

*** 국토교통부(2014. 2), p. 103의 허가 모래 공급량의 5년 평균치

자료: 저자 작성

한편 EEZ의 바다모래는 193년간 채취가 가능하지만 채취 후 자연복원이 어렵고, 수산자원의 보호를 위해 채취를 자제할 필요가 있다.

이에 반해 산림모래는 향후 98년간 채취가 가능할 것으로 추정되는 등 상대적으로 부존량이 풍부한 편일뿐만 아니라 산림골재 중 상대적으로 비중이 높은 자갈을 부수어서 쇄사(부순모래)의 획득이 가능하다. 이에 산림모래, 부순모래가 타 골재에 비해 증산이 용이할 것으로 판단된다.

2. 천연모래(육상, 하천, 산림모래) 공급 가능성

1) 육상모래 공급가능성

육상모래는 하천모래, 수중모래¹⁰³⁾, 하상모래¹⁰⁴⁾, 바다모래, 산림모래를 제외하고 육상에서 채취한 모래를 말한다. 육상모래 중 개답사(開畝沙) 개발은 하천변 들판을 파헤치고 건설용 모래를 생산하는 사업을 말한다.¹⁰⁵⁾ 개답사 생산은 땅주인과 토지사용 계약을 통해 이뤄지는데 1년에 평당 1만 원 정도의 사용료가 지불된다. 땅주인의 입장에서 보면 벼농사를 할 경우보다 3배 가량의 수익이 발생하고 개발 후 업체들이 원상복구를 해주기 때문에 객토(客土)작업으로 지력(地力)도 높일 수 있는 효과를 얻는다. 골재채취업자는 개인땅이기 때문에 허가청에 채취료를 따로 내지 않고 무료로 복구용 흙을 확보하는 장점이 있다.¹⁰⁶⁾

육상모래는 2021년 6만 m³, 2022년 10만 m³를 증산하여야 하는데, 육상모래 채취가능량은 약 47억 m³로 충분하고 개답사의 경우에는 땅 주인과 골재채취업자 입장에서 서로 윈-윈되는 요소가 있어 증산에는 문제가 되지 않는다(〈표 6-8〉 참조). 하지만 현재 개답사 위치 및 보유량 등이 파악되어 있지 않고, 개답사가 없는 지역에서는 운송비가 발생하기 때문에 이용의 한계가 존재한다. 또한 개답사는 골재채취업자들이 방진막 등을 설치하지만 채취과정에서 발생하는 폐수, 비산먼지, 소음 등으로 인한 인근주민 피해로 채취가 제한되고 있다.

103) 수중골재는 수중장비에 의하여 하천구역의 수면 밑에서 채취하는 골재를 말함(「골재채취법 시행령」 제2조), 국가법령정보센터(검색일: 2018.5.9).

104) 하상골재는 하천구역에서 채취하는 골재 중 수중골재를 제외한 것을 말함(「골재채취법 시행령」 제2조), 국가법령정보센터(검색일: 2018.5.9).

105) egloos(검색일: 2018. 5. 9).

106) egloos(검색일: 2018. 5. 9).

107) 이에 인근주민에게 피해가 적고 농지개간이 필요한 개답사를 발굴하고, 채취 시 방진막, 세륜장 설치뿐만 아니라 환경문제를 최소화할 수 있는 방안을 마련한다면 5년 내에 16만 m^3 의 증산은 가능할 것으로 판단된다.

2) 하천모래 공급가능성

하천골재는 「하천법」에 따른 하천구역에서 채취하는 골재로서 수중골재와 하상골재를 말한다.¹⁰⁸⁾ 하천모래는 4대강 사업으로 인하여 2009년부터 하천골재 허가 공급계획 및 채취실적이 급격하게 하락했다. 하천모래 채취 가능량이 약 2.4억 m^3 로 불충분할 뿐만 아니라 최근 하천의 환경생태보전이 강조되고 있다. 환경부에서는 환경생태유량 분석을 통한 하천생태계 서식처 공간 조성 등 수생태계 관리를 위해 「수생태계 보전 및 관리에 관한 법률」을 개정했다.¹⁰⁹⁾ 이러한 움직임 등으로 인하여 하천에서의 모래 채취는 강의 정화작용을 방해하기 때문에 증산이 어렵다. 예를 들면 섬진강의 유지유량 감소로 강 하류에 퇴적토가 쌓이고 해수유입으로 염화현상이 심화되어 재첩 폐사와 서식지 감소 현상이 벌어지고 있다.¹¹⁰⁾ 이는 우리나라 하천의 모래강 효능을 간과하고 정수작용을 하는 모래톱 등을 없앴기 때문이다.¹¹¹⁾

특히 하천에서의 골재준설은 하상변동, 하상저하, 유속 완화, 여울 및 소의 상실, 하상재료의 균일화로 인하여 어류의 산란 및 서식장소

107) 원주투데이(검색일: 2018. 9. 30).

108) 법제처, 「골재채취법 시행령」 대통령령 제28846호, 제2조(정의).

109) 한국수자원공사(2018. 1), pp. 3~5.

110) 중앙일보(검색일: 2018. 9. 30).

111) 한겨레(검색일: 2018. 9. 30)

파괴, 먹이의 감소, 2차 오염에 의한 어류 서식환경이 파괴되므로 하천생태계 복원 차원에서 하천모래 준설 증산은 지양해야 한다.¹¹²⁾ 정부가 발표한 하천모래 증산량은 2021년 9만 m³인데, 이 양은 타 골재원으로 대체하는 것이 타당한 것으로 판단된다. 타 골재원에서 양이 충족되지 않을 경우 하천골재 의존도가 높은 대구·경북, 부산·경남, 강원, 대전·충남지역의 하천 구역 중 환경생태보전에는 영향을 주지 않으면서 강 준설이 필요한 지역을 골재채취 단지로 지정¹¹³⁾하여 채취하는 것을 검토해야 할 것이다.

3) 산림모래 공급가능성

산림골재는 「산지자원의 조성 및 관리에 관한 법률」의 적용을 받으며 산림 안에서 채취하는 골재를 말한다.¹¹⁴⁾ 산림모래는 산림의 석재를 파쇄하여 만든 잔골재를 지칭한다. 바다모래 감축을 위해 2018년 대비 2022년까지 더 공급해야 하는 산림모래량은 212만 m³로 2019년부터 매년 약 53만 m³를 증산해야 한다(〈표 6-7〉 참조). 산림모래의 부존량은 약 12.6억 m³ 수준이나, 쇄사로 부술 수 있는 자갈을 합치면 47억 m³ 정도이다(〈표 6-8〉 참조). 이에 현재 24개로 지정된 채석단지(968ha)를 신규로 늘리거나 기존에 토석채취 허가 물량(3,122ha)을 확대하면 증산이 가능할 것으로 판단된다.¹¹⁵⁾ 업계에서는 자갈 생산량도 일정 수준을 유지할 필요가 있기 때문에 토석 채취량 확대 없이 모래 생산비율을 지속적으로 확대하기는 곤란하다는 입장이다.

112) 환경부(2017. 6), 부록1 p. 48.

113) 국토해양부(2008. 12. 22), p. 10.

114) 「골재채취법 시행령」 대통령령 제28846호, 제2조(정의).

115) 국토교통부(2018. 2), p. 12.

3. 부순모래 공급 가능성

부순모래는 재개발, 터파기 등 공사현장에서 나오는 토석을 가져다 파쇄한 후 세척을 통해 생산하는 골재다. 선별파쇄업체는 운반비를 적게 들이기 위해 대부분 도심 인근에 위치하고 있어 석산모래보다 공급가격이 저렴하나 여러 건설현장에서 발생한 토사석을 사용하기 때문에 품질이 균일하지 않은 단점이 있다.¹¹⁶⁾

부순모래(선별파쇄모래)의 지난 3년간(2016~2018년) 신고공급량은 평균 31.7%이지만 정부가 발표한 2018년 부순모래의 공급 비중은 38.5%로 높아졌다. 2018년 부순모래 공급량은 4,064만 m^3 로 부순모래의 최근 3년(2016~2018년)간 평균물량인 2,952만 m^3 의 약 1.4배 이상을 증산하여야 한다.

지난 3년간 평균물량보다는 2018년에 1,112만 m^3 를 증산한 4,064만 m^3 를 생산한 후 2022년에는 555만 m^3 를 증산하여 현재보다 1,667만 m^3 를 더 많이 생산해야 한다. 이는 지난 3년간 평균 생산량의 56.4%에 해당하는 양으로 육상모래, 하천모래, 산림모래 증산량을 합친 값보다 크다. 정부는 부순모래를 공사 중 발생하는 암석을 골재자원으로 적극 활용하고 파쇄설비 등을 추가 설치하여 증산하는 양을 충당할 예정이며, 품질면에서도 천연모래 수준으로 생산 및 공급이 가능하다고 판단하고 있다.¹¹⁷⁾

116) 손규희 외(2017. 10), p. 34.

117) 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 5.

〈표 6-9〉 부순모래 신고 공급량 및 비중

단위: 만 m³

구분	5차 골재수급 기본계획				골재안정화대책		
	2016	2017	2018	평균	2018	2018년 증산량	2022년 증산량
모래 공급 계획량	9,151	9,124	9,669	9,315	10,562	+1,247	-
부순모래 (신고)	2,942	2,960	2,955	2,952	4,064	+1,112	+555
비중	32.1%	32.4%	30.6%	31.7%	38.5%	-	-

자료: 국토교통부(2014. 2), p. 103 기반으로 저자 작성

4. 천연모래 및 부순모래 공급 가능성 종합

정부가 골재수급 안정대책에서 바다모래 채취 감축을 위해 증산하기로 한 육상모래, 하천모래, 산림모래 등의 천연모래와 부순모래의 증산량은 각각 16만 m³, 9만 m³, 212만 m³, 555만 m³이다. 증산된 모래량이 생산·공급되기 위해서는 이 양의 증산가능 여부를 평가해야 한다.

하천모래는 하천 서식지 복원, 자체 정화능력 향상 등을 위해 채취가 어려울 것으로 예상된다. 또한 육상모래도 농지개량 효과는 있지만 인근주민에 미치는 환경 피해 등으로 채취가 어려울 것으로 전망된다. 반면에 산림모래와 부순모래는 일정 수준의 증산이 가능할 것으로 판단된다.

이에 천연모래 및 부순모래를 통해 공급될 수 있는 추가 모래량은 767만 m³로 부족한 25만 m³는 준설토, 수입모래, 순환골재 등 기타모래에서 충당해야 할 것으로 판단된다. 한편 부순모래의 경우 2022년까지 증산량(555만 m³)과 2018년의 증산량(1,112만 m³)인 1,667만 m³에 대한 복안을 마련해야 할 것으로 판단된다.

〈표 6-10〉 천연모래 및 부순모래의 매년 증산량 목표(2018~2022년)

단위: 만 m³

구분	공급량		전년 대비 증산량 목표					증산 가능성		부족분
	2018	2022	2019	2020	2021	2022	누계			
육상 모래	804 (3.3%)	820 (3.4%)	0	0	6	10	16	△	0	-16
하천 모래	116 (0.48%)	125 (0.52%)	0	0	9	0	9	×	0	-9
산림 모래	2,728 (11.2%)	2,940 (12.2%)	53	53	53	53	212	○	212	0
부순 모래	4,064 (16.7%)	4,619 (19.2%)	-55	58	271	281	555	○	555	0
천연모래 및 부순모래 총계							792		767	-25

자료: 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6 기반으로 저자 작성

제4절 기타모래 공급 가능성 분석

1. 준설토 공급 가능성 분석

준설토는 관할 해역에서 항만, 어항, 마리나항, 산업단지 내 항만 시설, 발전소 취·배수 등의 개발(유지보수 포함) 이용 등 공유수면 관리에 따라 발생하는 수저준설토사(토석 포함)를 이른다.¹¹⁸⁾

준설토는 모래, 실트, 점토와 암석으로 분류되며, 항만건설, 항로유지와 항만·하천 정비사업 등으로 발생되고 있다. 발생한 대부분의 준설토는 폐기물로 인식되어 투기장에 단순 처리하거나 먼 바다에 투

118) 「인천지방해양수산청 관할 준설토투기장 관리지침」(인천지방해양수산청훈령 제22호), 2017.6.15. 제정

기하여 왔다.¹¹⁹⁾ 준설토 중 실트, 점토질은 매립에 사용되었고, 모래는 매립지 상부의 성토용 재료나 배수재로 사용되었다. 준설토는 함수비가 높아 건설재료로 활용하기 위해서는 탈수와 시멘트 및 첨가물을 혼합하는 안정화 과정이 필요하다.¹²⁰⁾ 최근 기술개발로 생산한 준설토 활용 경량 혼합토는 구조물 시공 시 지반침하 해결, 뒤채움재료, 기능성 골재 등 다양한 용도로 활용되고 있다.¹²¹⁾ 이러한 기술이 지속적으로 발전된다면 바다모래 대신 준설토를 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

지난 3년간(2016~2018년) 준설토의 신고공급량은 매년 700만 m^3 로 모래 공급계획량의 평균 7.5%를 차지하는 수준이다. 현재 준설토의 공급량(700만 m^3)은 정부가 모래 공급계획으로 발표한 순환·수입 기타 모래량인 매년 750만 m^3 의 93.3%로 차지하고 있어 정부의 공급목표치를 충분히 달성할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 제3차 항만기본계획상에 2020년까지 국내 전국 주요항만의 준설토계획량은 약 3억 2,600만 m^3 이다. 이 준설토계획량의 90% 정도가 인천항, 평택당진항, 군산항, 광양항, 부산항에서 발생할 것으로 예상된다.¹²²⁾ 그리고 이 준설토계획량에서 개발준설토가 13%, 유지준설토가 16%, 항로 준설토가 71%를 차지한다. 선박이 대형화되고 있어 항로 준설토량은 더욱 증가할 것으로 예상된다. 그래서 준설토는 정부의 공급계획을 충분히 충당 가능할 것으로 기대된다.

119) 중앙일보a(검색: 2018. 9. 30).

120) 중앙일보a(검색: 2018. 9. 30).

121) 중앙일보a(검색: 2018. 9. 30).

122) 중앙일보a(검색: 2018.9.30.), 이후 문단 자료 요약.

〈표 6-11〉 준설토 공급 가능 여부

단위: 만 m³

구분	제5차 골재수급기본계획상의 준설토 공급량				매년 공급가능여부	
	2016	2017	2018	계	기존 준설토 공급량	기타모래 계획량
모래 공급 계획량	9,151	9,124	9,669	27,944	-	-
준설토 (신고)	700	700	700	2,100	700	750
비중	7.6%	7.7%	7.2%	7.5%	(93.3%)	(100.0%)

주: () 비중은 골재수급 안정대책에서 발표한 기타모래 공급계획량 대비 준설토 공급량의 비중임
 자료: 국토교통부(2014. 2), p. 103; 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6 기반으로 저자 작성

2. 수입모래 공급 가능성 분석

최근 국내 모래 부족으로 페이페텍사가 2017년 9월 말레이시아로부터의 5만 톤의 건설용 모래 수입을 시도했는데, 수출지에서 구비해야 하는 제출서류(선화증권, 인보이스, 원산지증명서, 식물 등 성적서)가 미비했고, 사전에 묘박지 등 접안부두를 신청하지 않았다. 이로 인하여 마산항만청과 부산항만공사의 허가가 떨어지지 않았고 해당 기업이 청와대에 국민청원을 실시했다.¹²³⁾ 국민청원 결과 말레이시아산 모래 5만 톤을 실은 벌크선이 마산항만청의 허가를 받아 진해만 입구 초류도 인근 검역 묘지에 입항하여 통관절차를 마치고 벌크선에서 다시 바지선으로 옮겨 싣는 분선 방식으로 진해 장천항과 안골부두 등에 하역했다.¹²⁴⁾ 그런데 수입한 말레이시아 바다모래는 가격은 약 4만 원으로 비싼데 다수의 표본 채취와 울산, 부산, 경남의 한국건설생활환경시험연구원에서 품질 시험 의뢰한 결과 품질결과가

123) 청와대 홈페이지 국민청원 및 제안(검색일: 2018. 2. 5).

124) 노컷뉴스 홈페이지(검색일: 2018. 2. 5).

적합 혹은 부적합 등 상이하게 나와 반입이 중단되었다. 진해 초리도 부근의 묘박지에 입항한 해당 선박은 모래를 국내 반입하는 데 약 2개월(2017. 9. 29.~11월)이 소요되었는데 품질 부적합을 받은 모래의 반입 지연으로 하루당 1,200만 원하는 정박료를 지불해야 해서 수입 모래의 실효성이 떨어졌다.¹²⁵⁾

정부가 골재수급안정화 대책에서 모래 수입 전용부두를 고려하고 있지만 수입 가능국에 대한 체계적인 연구가 진행되고 있지 않다. 우리나라 인접국인 일본은 2017년 기준 천연모래(HS2505)를 호주 927톤, 베트남 155톤, 필리핀 80톤의 순으로 수입하고 있다.¹²⁶⁾ 그런데 중국 일대일로 사업, 베트남 대형인프라 구축 사업 등으로 모래 수요가 급증해 전 세계적으로 모래가 고갈됨에 따라 중국, 캄보디아, 베트남, 인도네시아 등 주요 모래 채굴 국가가 모래 수출을 금지하고 있어 이에 대한 고려도 필요하다.

또한 동남아 국가를 대상으로 모래를 수입하기 위해서는 모래 채굴 허가권을 획득한 업체와 계약이 되어 있어야 한다. 현재 8개 업체가 모래 채굴 허가권을 가지고 있고 이 중 6개 업체가 싱가포르 회사다. 최근 국내 N2P사가 동남아 채굴 허가권을 가진 싱가포르의 굿힐(Goodhill)사와 계약을 체결하고, 국내 묘박지 도착도 기준으로 톤당 15달러(m³당 22.5달러)에 수입할 예정이다. ¹²⁷⁾

EEZ 골재채취원가는 채취비, 운송비, 하역비가 포함되는데, 채취비가 전체 비용의 52.9%, 운송비가 30.2%, 하역비가 16.9%로 물류비(운송+하역비)가 47.1%를 차지하는 등 전체 골재채취원가 중 물류비가 차지하는 비중이 높다.¹²⁸⁾ 그러므로 모래가격은 수입 운송거리가 멀

125) 건설엔지니어링 바다모래 전문가 인터뷰 결과(2018. 9. 28, 부산).

126) K-stat 일본 통계(검색일: 2018. 2. 5).

127) N2P사 수입모래 전문가 전화 인터뷰 결과(2018. 10. 25, 부산).

어질수록 가격이 올라갈 수밖에 없다. 현재 평균 m^3 당 약 15,000원 수준인데 반해 수입모래는 m^3 당 약 25,000원¹²⁹⁾ 정도로 비싼 편이다.

모래는 천연자원으로 대다수 국가의 수출금지 품목이므로 지속적인 모래 수급을 기대하기는 어려울 것으로 판단된다. 하지만 현재 절차를 준수하며 현지 골재채취허가권을 가진 업체와 계약된 업체가 있기 때문에 매년 500만 m^3 (800만 톤)의 모래 수입은 가능할 것으로 판단된다.¹³⁰⁾ 그러므로 준설토로 공급한 후 남은 50만 m^3 는 수입모래로 충당이 가능할 것으로 판단된다.

〈표 6-12〉 기타모래에 대한 수입모래 공급 가능성

단위: 만 m^3

구분	골재수급 안정대책	준설토		수입모래량	
	기타모래 매년 (2018~2022)	기존 준설토 공급량	부족분	계약 수입 물량(매년)	남는 양
모래 공급 계획량	750	700	50	800	750

자료: 국토교통부(2014. 2), p. 103; 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6; N2P사 수입모래 전문가 전화 인터뷰 결과(2018. 10. 25, 부산) 기반으로 저자 작성

3. 북한모래 공급 가능성 분석

2018년 4·27 남북정상회담과 판문점 선언을 계기로 남북 화해무드가 조성되면서 북한모래 수입 등 해양수산 분야 경제협력에 대한

128) 한국경제조사연구원이 서해안과 남해안의 EEZ 골재채취원가를 조사한 해양환경공단 내부자료(2018. 5)를 기반으로 서해권 EEZ, 남해권 EEZ의 채취, 운송, 하역비 비중의 평균값임. m^3 당 EEZ 골재채취비용(서해권 및 남해권 3,669원), 운송비용(서해권 1,938원, 남해권 2,260원), 하역비용(서해권 1,176원, 남해권 1,174원). 한국경제조사연구원(2018. 5), p. 10.

129) N2P사가 추진 중인 수입모래가격을 달러당 1,100원을 곱해서 계산.

130) N2P 모래 전문가와 인터뷰 결과.

기대감이 높아지고 있다. 10·4남북공동선언에 포함됐던 한강하구 공동이용이 현실화될 경우 부존량이 10억 8,000만 m³에 달하는 한강하구 골재를 채취할 수 있게 되면 골재수급 안정화, 수해예방 등 남북 모두에게 이익이 될 수 있을 전망이다.¹³¹⁾

다만 북한산 모래 수입 역시 강과 바다에서 채취하는 것으로 자연 훼손이라는 측면에서 우리나라 강과 바다 채취 모래와 다를 바가 없다. 이에 장기적으로는 북한 바다모래 준설 및 수입도 환경적인 측면에서는 지양해야 한다. 단기적으로 한강 하구 준설을 통해 임진강 수위를 1m 낮춤으로써 북한의 임진강 수해 예방이 가능하거나 북한 항만준설 등 목적이 분명한 모래만을 한정적으로 수입해야 한다.

〈그림 6-1〉 북한항만 개발 방향 및 입항실적



자료: 이성우(2018. 10. 12), p. 25, 35

131) 머니투데이(검색일: 2018. 5. 9).

북한항만 중 수출입항만이며, 국내 건설수요가 많은 경기권에 인접한 항만은 남포항과 해주항이다. 특히 해주항은 범경기권 건설사업 지원 항만으로 개발이 예정되어 모래 수출입을 담당하게 될 것이다. 하지만 해주항은 최대 수심이 6.5m에 불과하고 입항척수가 3척으로 최대 2만 톤급 선박만 접안이 가능하다. 해주항에서 5만 톤급으로 국내로 모래 반입을 위해서는 항로 준설이 필수적이다. 그리고 남포항은 벌크선만 16척이 있는 북한의 최대 국제 무역항으로 수도 평양의 관문항이다. 타 항만에 비해 수심이 8~15m로 현재 5만 톤급 선박의 접안도 가능하다.

북한의 해주항과 남포항 개발 때 나오는 모래를 우리나라에서 수입이 가능하다면 현재 모래 부족 현상을 일부 해소할 수 있을 것으로 판단된다. 예전 6년간(2004~2009년) 북한 바다와 하천 등에서 수입한 모래가 5,611만 톤(3,506만 m^3)을 동원, 삼한강, 한아해운 등 골재업체 14개사가 수입했다.¹³²⁾ 해주항, 남포항의 개발 시 나오는 모래의 국내 반입 시 기존 반입 물량인 매년 약 584만 m^3 을 공급받는다고 가정하면 단기적으로는 기타모래의 공급계획량을 공급받을 수 있을 것으로 판단된다.

〈표 6-13〉 기타모래에 대한 북한모래 공급 가능성

단위: 만 m^3

구분	골재수급 안정대책	준설토		북한모래양	
	기타모래 매년 (2018~2022)	기존 준설토 공급량	부족분	기존 반입 물량(매년)	남는양
모래 공급 계획량	750	700	-50	584	+534

자료: 국토교통부(2014. 2), p. 103; 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6; 머니투데이(검색일: 2018. 5. 9).기반으로 저자 작성

132) 머니투데이(검색일: 2018. 5. 9).

단기적으로 북한모래 사용을 활성화하기 위해서는 노후한 해주항을 개발하고 해주~인천까지의 직항로 개설 및 5만 톤급의 대형선박 투입으로 인해 운항비를 감축시켜, 국내 EEZ에서 채취되는 원가인 서해권 EEZ의 m³당 6,783원, 남해권의 m³당 7,103원 수준이 되도록 해야 할 것이다.¹³³⁾

〈표 6-14〉 북한모래 원가(2008년 기준)

단위: 원/m³

구분	단가	비고
채취료(FOB)	3,500	북한채취료 EUR 2.0 대리점 마진 약 300원
선임	6,500	
소계	10,000	인천부두 도착도

주: 인천 상차도 판매단가(2008년) 10,000~10,500원/m³

자료: 모래 전문가 내부 자료

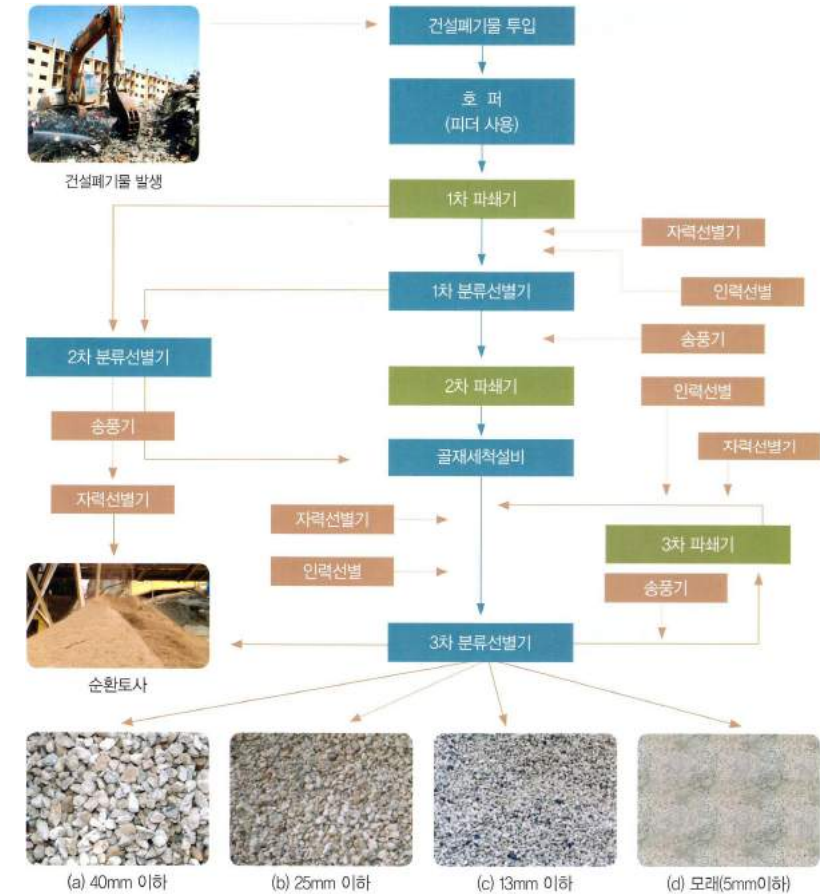
4. 순환골재(모래) 공급 가능성 분석

순환골재는 건설폐기물을 물리적 또는 화학적 처리과정 등을 거쳐 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」의 제35조에 따른 순환골재 품질기준에 맞게 만든 것이다.¹³⁴⁾ 건설폐기물인 폐콘크리트에서 양질의 순환골재를 추출하기 위해서는 3차에 걸친 분류 선별 과정을 거쳐야 한다.

133) 한국경제조사연구원이 서해안과 남해안의 EEZ 골재채취원가를 조사한 해양환경공단 내부자료 (2018. 5).

134) 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」(이하 건설폐기물법), 법률 제14532호, 제2조(정의), 제35조(순환골재의 품질인증 등).

〈그림 6-2〉 폐콘크리트 처리 및 순환골재 생산 공정도



자료: 이세현(2018), p. 5

순환골재를 이용하여 콘크리트용 혹은 아스팔트용으로 사용하기 위해서는 천연골재와 거의 유사한 수준의 품질기준을 만족해야 한다. 특히 순환잔골재는 투입성상에 따라 품질편차가 크기 때문에 철저한 품질관리가 필요하다.¹³⁵⁾

135) 이세현(2018), p. 6.

〈표 6-15〉 순환골재와 천연골재의 품질기준 비교

구분	콘크리트용 잔골재		아스팔트용	
	순환골재	천연골재	순환골재	천연골재
절건밀도(g/cm³)	2.2 이상	2.5 이상	-	2.5 이하
흡수율(%)	5.0 이하	3.0 이하	-	3.0 이하
안정성(%)	10 이하	10 이하	-	12 이하
마모율(%)	-	-	-	35 이하
점토덩어리(%)	1.0 이하	1.0 이하	-	-
유기불순물(%)	1.0 이하	-	-	-
0.08mm체 통과량(%)	7.0 이하	3.0 이하	5.0 이하	-
석탄 및 갈탄(%)	-	0.5 이하	-	-
NaCl(%)	-	0.04 이하	-	-
구제아스팔트함량(%)	-	-	3.8 이상	-
구제아스팔트침입도 (1/10mm)	-	-	20 이상	-

자료: 이세현(2018), p. 7 기반 저자 정리

건설폐기물의 중간처리 실적 현황을 살펴보면 매년 증가하여 2016년에는 9,959억 원의 신고액을 기록했다.

〈표 6-16〉 건설폐기물 중간처리 실적 현황

단위: 백만 원

구분	2013		2014		2015		2016	
	금액	증감률	금액	증감률	금액	증감률	금액	증감률
실적신고액	770,451	1.7	766,777	-0.5	865,703	12.9	995,865	15.0
공공	550,522	1.6	530,119	-3.7	578,079	9.0	592,389	2.5
민간	219,929	1.7	236,658	7.6	287,624	21.5	403,475	40.3

자료: 이세현(2018), p. 7

건설폐기물 처리업체는 매년 증가하여 2017년 기준 569개사에 이른다.¹³⁶⁾ 이들 업체 중 고품질 순환골재(도로보조기층용 이상) 생산이 가능한 3차 이상 파쇄시설을 보유한 업체는 전체의 64.8%에 해당하는 365개사이고, 콘크리트용 모래의 생산이 가능한 업체는 전체 22.4%인 126개 업체이다.¹³⁷⁾

〈표 6-17〉 건설폐기물 중간처리 업체 기술능력 현황

단위: 개사, %

구분	1차 이상	2차 이상	3차 이상	4차 이상	5차 이상
업체수	46	152	239	68	58
비중	8.2	27.0	42.5	12.1	10.3

자료: 이세현(2018), p. 9.

2015년 기준 건설폐기물 총 발생량인 연간 72,284천 톤 중 약 76.2%인 55,108천 톤이 순환골재로 생산되었다.¹³⁸⁾ 생산된 순환골재 중 47,827천 톤(86.8%)이 판매되었고 2015년 말 기준 74,281천 톤은 보관 중이다. 순환골재 생산량 중 약 32.4%에 해당하는 17,882천 톤이 도로기층용 및 도로보조기층용으로 재활용되었다. 순환골재 생산량(2015년) 중 콘크리트제품 혹은 모래대체 잔골재로 활용된 경우는 5.9%(3,247,068톤)에 불과하다. 순환골재 생산 및 판매 현황(2015년)을 살펴보면 의무사용 생산량은 2,098만 톤이고, 판매량은 1,793만 톤이다.

매년 판매된 순환골재 1,793만 톤 중 43.4%¹³⁹⁾를 모래라고 가정하면 778만 톤(486m³)이 순환모래이다.

136) 이세현(2018), p. 8.

137) 이세현(2018), p4, p. 9, 콘크리트용 모래 생산이 가능한 업체는 기술능력 4차 이상인 업체로 〈표6-17〉의 4차, 5차 업체를 합친 126개 업체를 가지고 비중 계산함.

138) 이세현(2018), p. 10.

139) 모래수요 = 골재수요 × 43.4%(〈표 6-2〉 참조).

〈표 6-18〉 재활용 용도별 순환골재 생산·판매 현황(2015년 기준)

단위: 톤/년

구분		생산량	판매량	보관량
총합계		55,108,168	47,826,854	7,281,315
의무 사용 용도	소 계	20,983,016	17,928,497	3,054,519
	도로기층용	9,007,478	8,088,749	918,729
	도로보조기층용	8,874,024	7,349,353	1,524,671
	하수관거설치용 모래대체잔골재	413,114	359,705	53,409
	재생아스팔트 콘크리트	2,065,879	1,607,003	458,877
	콘크리트제품(벽돌, 블록, 도로경계석, 기타)	622,521	523,688	98,832
의무 사용 용도 외	소 계	34,125,152	29,898,356	4,226,796
	콘크리트용	1,100,644	1,046,252	54,392
	콘크리트제품 제조용	1,110,789	1,031,639	79,150
	아스팔트콘크리트용	1,448,327	884,118	564,209
	동상방지층 및 차단층용	722,273	611,578	110,696
	노상용	133,318	88,470	44,848
	노체용	124,385	120,055	4,330
	되메우기 및 뒷채움용	7,222,796	6,851,314	371,481
	성토용/복토용	22,131,566	19,160,630	2,970,936
	매립시설의 복토용	131,054	104,301	26,753

자료: 이세현(2018), p. 10.

이론상으로는 폐콘크리트를 순환골재화하면 골재 전체의 30%를 대체 가능하다. 그러나 순환골재의 경우 천연골재의 콘크리트용 품질이 나오지 않고 있는 실정이다. 이로 인하여 제4차 골재수급기본계획 기간(2009~2013년) 동안 순환골재 사용 실적이 수요 대비 평균 12.7%인 약 2,668만 m^3 에 불과할 뿐만 아니라¹⁴⁰⁾ 건설업체가 사용을 꺼려하는 실정이다. 국내는 일본에 비해 고층건물이 많고, 폐콘크리트에서의 모래 추출비용이 비싸 국내의 순환골재 사용량이 일본보다 적은 편이다. 한편 순환골재의 경우 지역별 운반여건에 따라 가격의 편

140) 국토교통부(2014. 2), p. 5, 기반으로 저자 계산하여 작성함

차가 큰 편이다. 그러나 순환골재 가격은 현재 바다모래, 부순골재 가격의 각각 30%, 60~70% 수준으로 품질이 보장된다면 사용량을 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다.¹⁴¹⁾

기타모래 중 순환모래는 정부의 골재수급 안정대책에서 기존 준설토 공급량을 제외한 부족분인 50만 m³를 넘어 순환모래량은 436만 m³가 남는다.

〈표 6-19〉 기타모래 중 순환골재 공급 가능성

단위: 만 m³

구분	골재수급 안정대책	준설토		순환골재량	
	기타모래 매년 (2018~2022)	기존 준설토 공급량	부족분	판매량 중 순환모래	남는 양
모래 공급 계획량	750	700	-50	486	+436

주: 2015년 기준 의무사용 판매량에서 전체 골재수요 중 모래 수요 비중인 43.4%와 톤과 m³의 전환식인 1.6을 나누어서 계산함

자료: 국토교통부(2014. 2), p. 103; 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28); 〈표 6-18〉 값을 기반으로 저자 작성

5. 슬래그 골재(모래) 공급 가능성 분석

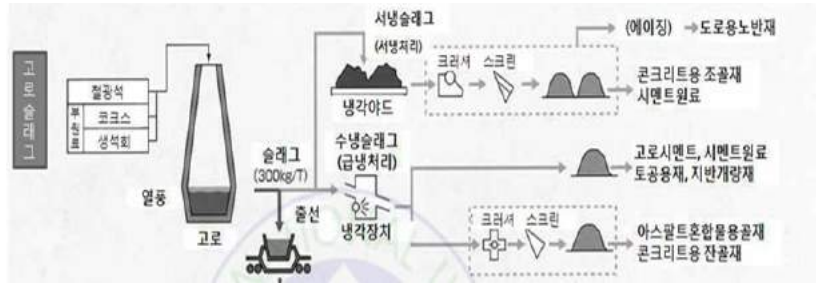
1) 슬래그 골재 제조과정 및 재활용 현황

가. 고로 슬래그 골재

포항제철 등 제철 공업의 용광로에서 철광석, 석회석, 코크스 등을 원료로 하여 철을 제조할 때 얻어지는 부산물로 발생하는 공정에 따라 재활용되는 용도가 달라진다.¹⁴²⁾

141) 한국건설기술연구원 모래 전문가 인터뷰 결과(2018. 4. 6, 일산).

〈그림 6-3〉 고로 슬래그 제조 공정



자료: 한국건설기술연구원(2018), p. 2

고로 슬래그는 조강 1톤당 300~350kg 이상 발생하고 있으며, 매년 조강 생산량 증가로 인하여 지속적으로 증가하고 있다. 고로 슬래그의 재활용 용도는 주로 시멘트의 원료(72%)이고, 그다음이 복구용·성토용(18%), 도로용(5.3%)이다. 2014년 기준 고로 슬래그 재활용량은 약 1,617만 톤이다. 고로 슬래그를 콘크리트에 사용했을 경우 유동성은 높고, 초기 압축강도는 높으나 장기 압축강도는 떨어지고 시멘트 풀과의 부차효과 상승으로 휨강도가 올라간다.¹⁴³⁾

〈표 6-20〉 고로 슬래그 발생량 및 재활용 비율

단위: 천 톤, %

연도	발생량	재활용량	재활용비율
2010	11,087	11,074	99.9
2011	13,599	13,599	100.0
2012	13,653	13,895	101.8
2013	13,987	13,857	99.1
2014	16,087	16,167	100.5
2015	16,112	-	-

자료: 한국건설기술연구원(2018), p. 3

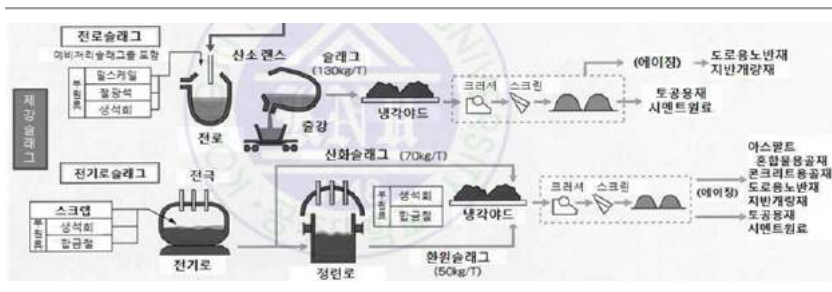
142) 한국건설기술연구원(2018), p. 2.

143) 한국건설기술연구원(2018), p. 4.

나. 전기로 산화 슬래그 골재

전기로 산화 슬래그는 전기로에서 용강과 동시에 생성되는 용융 산화 슬래그를 물 또는 공기로 급격히 냉각시키거나 공기 중에서 서서히 냉각시킨 후 철분을 제거하여 입도 조정한다.¹⁴⁴⁾

〈그림 6-4〉 전기로 산화 슬래그 제조 공정



자료: 한국건설기술연구원(2018), p. 5

전기로 산화 슬래그는 조강 1톤당 150kg 이상이 발생한다. 전기로 산화 슬래그의 재활용 용도는 성토용 골재(40.1%), 도로용 골재(26.3%), 토목용 골재(14.9%), 기타(18.7%)의 순이다. 전기로 산화 슬래그 골재를 콘크리트용 골재로 사용 시 유동성, 압축강도, 단위 용적 질량 등이 높다.¹⁴⁵⁾

〈표 6-21〉 전기로 산화 슬래그(제강) 발생량 및 재활용 비율

단위: 천 톤, %

연도	발생량		재활용량	재활용비율
	전로	전기로		
2010	5,965	3,307	9,240	99.7
2011	6,687	3,643	10,305	99.8

144) 한국건설기술연구원(2018), p. 4.

145) 한국건설기술연구원(2018), p. 5.

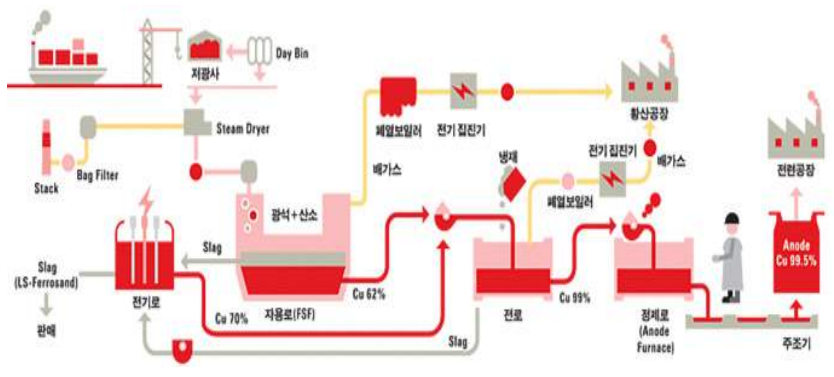
연도	발생량		재활용량	재활용비율
	전로	전기로		
2012	7,201	3,556	10,851	100.9
2013	6,679	3,638	10,206	98.9
2014	11,039		11,150	101.1
2015	10,947		-	-

자료: 한국건설기술연구원(2018), p. 5

다. 동 슬래그 골재

동 슬래그 골재는 ‘로’에서 동과 동시에 생성하는 용융 슬래그를 물 또는 공기로 급격히 냉각시키거나 공기 중에서 서서히 냉각시켜 입도 조정한 것이다. 현재 동 슬래그는 LS-Nikko사의 동제련 시 발생하고 있다. 연간 동 슬래그 발생량은 약 70만 톤 이상으로 추정되고 있다. 동 슬래그 골재를 콘크리트에 사용했을 경우 유동성은 떨어지지만 압축강도 및 단위용적 질량은 상승한다.¹⁴⁶⁾

〈그림 6-5〉 동 슬래그 제조 공정(자용로 공법)



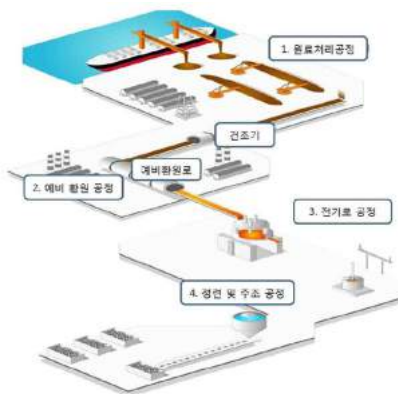
자료: 한국건설기술연구원, 『동슬래그 골재 활용 기술개발』, p. 11, 2009.

146) 한국건설기술연구원(2018), pp. 7~8.

라. 페로니켈 슬래그 골재

페로니켈은 철(80%)과 니켈(20%)을 용융해 만든 알갱이 모양의 스테인리스 주원료이다. 페로니켈 슬래그 골재는 ‘로’에서 페로니켈과 동시에 생성되는 용융 슬래그를 물 또는 공기로 급격히 냉각시키거나 공기 중에서 서서히 냉각시켜 입도 조정한다.¹⁴⁷⁾

〈그림 6-6〉 페로니켈 슬래그 제조 공정



자료: 한국건설기술연구원(2018), p. 9

페로니켈 슬래그는 페로니켈 1톤 생산 시 약 30톤 이상이 발생한다.¹⁴⁸⁾ 국내 S사가 연간 100만 톤 이상의 페로니켈 슬래그를 발생시키는 것으로 추정된다. 페로니켈 슬래그 골재를 콘크리트에 사용할 경우 유동성은 떨어지나 압축강도나 단위 용적 질량은 상승한다.

마. 용융 슬래그 골재

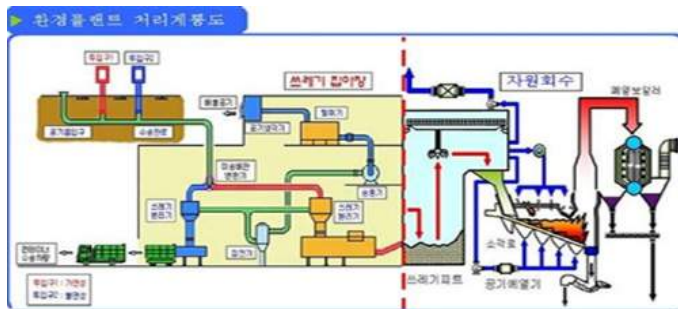
용융 슬래그 골재는 일반폐기물 및 하수 슬러지의 용융 고화 시설

147) 한국건설기술연구원(2018), p. 9.

148) 한국건설기술연구원(2018), p. 10, 이하 문단 내용을 요약하였음.

에서 폐콘크리트 등과 같이 이미 경화된 콘크리트를 파쇄하여 가공한 것이다. 자원회수시설에서 가연성 생활폐기물을 약 1,600℃ 이상의 고온 가열을 통해 용융 슬래그가 발생한다.¹⁴⁹⁾

〈그림 6-7〉 용융 슬래그 제조 공정



자료: 한국건설기술연구원(2018), p. 11

용융 슬래그 골재는 매년 생활폐기물 발생 증가로 증가 추세이다. 용융 슬래그는 주로 건축용 벽돌, 기와, 블록 등을 생산하는 데 사용된다.¹⁵⁰⁾

〈표 6-22〉 용융 슬래그 발생량 및 재활용 비율

단위: 톤

연도	총계	바닥재	비산재
2008	543,082	450,327	92,775
2009	560,039	464,295	95,743
2010	577,681	475,379	102,301
2011	623,586	511,676	111,909
2012	638,328	521,236	117,091

자료: 한국건설기술연구원(2018), p. 12

149) 한국건설기술연구원(2018), p. 11.

150) 한국건설기술연구원(2018), p. 12.

2) 슬래그 골재 공급가능성

고로 슬래그의 도로용, 복구용 등으로 사용되는 재활용량은 연간 1,617만 톤(2014년)이고, 전기로 산화 슬래그의 재활용량은 연간 1,115만 톤(2014년)이다. 동 슬래그는 연간 70만 톤을 생산하고, 페로니켈 슬래그는 S사가 연간 100만 톤을 생산하며, 용융 슬래그는 연간 6만 톤이 생산된다. 이 값을 기반으로 슬래그 모래 공급 가능량을 계산할 결과 연간 789만 m^3 이 될 전망이다.

〈표 6-23〉 슬래그 모래 공급 가능량

단위: 만 톤, 만 m^3

구분	생산/재활용량(만 톤)	생산/재활용량(만 m^3)	모래(만 m^3)
고로 슬래그	1,617	1,011	439
전기로 산화 슬래그	1,115	697	302
동 슬래그	70	44	19
페로니켈 슬래그	100	63	27
용융 슬래그	6	4	2
총합	2,908	1,818	789

자료: 슬래그 골재 내용, 골재 중 모래 비율 등을 기반으로 저자 작성

6. 기타모래 공급 가능성 분석 종합

기타모래 공급가능성은 정부의 골재수급 안정대책에서 기타모래 공급량인 750만 m^3 보다 많은 3,359만 m^3 으로 충분히 공급 가능할 것으로 판단된다.

〈표 6-24〉 기타모래 중 순환골재 공급 가능성

단위: 만 m³

구분	골재수급 안정대책	기타모래 공급량					
	기타모래 매년 (2018~2022)	준설토	수입 모래	북한 모래	순환 모래	슬래그 모래	총계
모래 공급 계획량	750	700	800	584	486	789	3,359

자료: 국토교통부(2014. 2), p. 103; 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6; 앞의 기타모래 공급내
용을 기반으로 저자 작성

제5절 대체모래 공급 가능성 분석

기타모래 공급량인 750만 m³과 육상모래 및 하천모래 공급예정량인 25만 m³을 합친 775만 m³의 경우에는 준설토, 수입모래, 북한모래, 순환모래, 슬래그모래 등을 합친 양보다 적어 공급이 가능할 것으로 보인다. 그리고 자갈 생산량이 많이 필요하여 산림모래에서 부순모래를 많이 확보하지 못했을 경우 필요한 모래량이 2,442만 m³인데, 조사된 기타모래 공급량으로 공급이 가능할 것으로 판단된다.

〈표 6-25〉 대체모래 공급 가능성

구분	골재수급 안정대책	기타모래 공급량	공급가능성	
	공급량		가능여부	기타모래 남는 양
기타모래	750	3,359	○	3,334
육상+하천 모래	25			
총계	775			
'기타+육상+하천'(775)+ 부순모래부족분(1,667)	2,442	3,359	○	917

자료: 국토교통부(2014. 2), p. 103; 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6; 앞의 기타모래 공급내
용을 기반으로 저자 작성

천연모래인 육상모래, 하천모래는 정부에서 2022년까지 증산목표를 25만 m^3 으로 책정했으나, 비산면지 등의 주민 피해 방지와 하천생태계 복원 측면에서 모래채취를 하지 않는 것이 타당할 것으로 판단된다. 산림모래는 부존자원이 풍부할 뿐만 아니라 채석단지에서 파쇄설비 증설, 자갈과 모래의 생산량 조정 등을 통해 양질의 모래 공급이 가능할 것으로 판단된다. 선별파쇄골재인 부순모래는 2018년의 공급 계획이 5차 골재수급계획량과 차이가 많이 난 상태이므로 하나는 2018년에 목표로 한 4,064만 m^3 공급이 가능하다면 매년 50만 m^3 만을 증산하는 계획은 무리가 가지 않을 것으로 생각한다. 하지만 2018년에 4,064만 m^3 이 아닌 2,952만 m^3 만을 공급했을 경우에는 매년 400만 m^3 이상을 증산해야 하므로 부담이 될 수 있다.

〈표 6-26〉 대체모래 공급가능성 분석

단위: 만 m^3

구분	공급량		증산목표량	수급결과
	2018	2022		
육상모래	804	820	16	-16
하천모래	116	125	9	-9
산림모래	2,728	2,940	212	0
부순모래	4,064	4,619	555	0
	2,952* (5차)	4,619	1,667	-1,667
기타모래	750	750	750	+3,359
총계				1,677

주: 부순모래 2,952만 m^3 은 5차 수급계획 2016~2018년의 평균값이고, 부순모래 증산이 되지 않는다고 가정했을 경우 부족분이 1,667만 m^3 이 됨

자료: 국토교통부·해양수산부(2017. 12. 28), p. 6 기반으로 저자 작성

하지만 채취, 생산, 물류 여건이 허락하고 기술개발이 이루어진다면 목표했던 공급량을 초과하는 물량을 기타모래에서 제공할 수 있을 것

으로 예상된다. 기타모래에서 3,359만 m^3 을 공급 수 있어 육상모래, 하천모래, 부순모래의 부족 예상분을 충당할 수 있을 것이라 전망된다. 2022년까지 바다모래 감축량인 900만 m^3 을 기타모래로 채울 수 있을 것으로 판단된다.

다만 준설토를 제외하고 나머지 수입모래, 북한모래, 순환모래, 슬래그모래는 환경 변화에 따라 확보 가능량이 달라질 수 있기 때문에 추가적인 정책적, 기술적 노력이 필요하다. 예를 들면 수입모래와 북한모래가 원활히 확보되도록 부두 등 시설을 확충하고, 순환모래와 슬래그모래는 기술개발을 통해 건축 시 건물 안전성을 확보해야 한다. 또한 준설토 처리 기술 개발을 발전시켜 모래 공급량을 증대시키는 방안도 모색하는 것이 필요하다.

제 7 장

대체모래 공급 원활화 및
공급사슬관리 방안

제1절 모래 사용 공법 변경 기술 개발

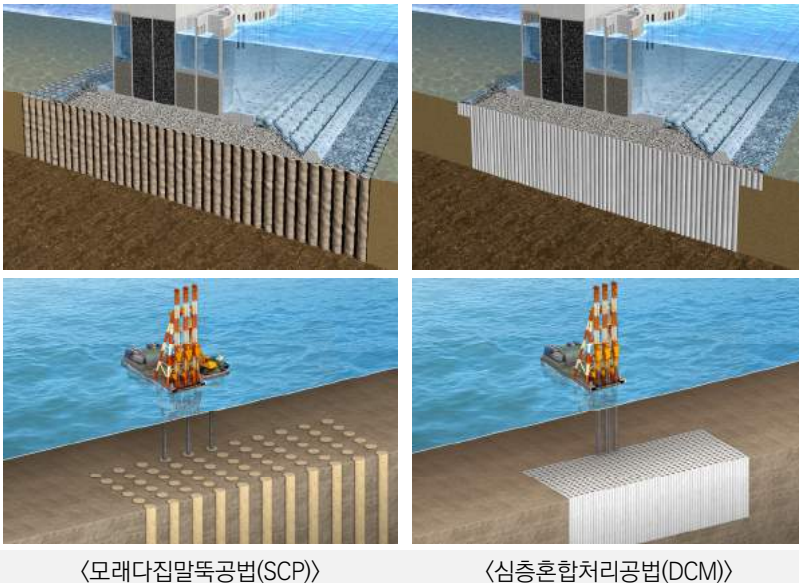
1. 항만 기초 공사 공법 개선(모래→시멘트)¹⁵¹⁾

바다모래 공급이 원활했던 시점에는 안벽, 방파제, 호안 등 구조물의 기초처리에 바다모래를 이용한 모래다짐말뚝공법(SCP: Sand Compactin Pile)이 주요 공법으로 사용되었다. SCP 공법은 연약지반 내에 직경이 큰 케이싱을 이용하여 모래를 다져 넣고 지중에 말뚝을 조성하여 지반의 안정성을 증대시키는 공법이다. 모래를 사용하는 SCP 공법은 비싼 모래를 사용함으로써 경제성은 떨어지는 편이다. SCP 공법이 사용된 부두는 부산항신항 컨테이너부두 1-1단계·2-1단계(2006~2009년), 2-2단계·2-3단계(2010~2011년) 축조공사에 적용되었다. 2019년 준공예정인 부산항신항 컨테이너부두 2-5단계의 축조공사에도 모래를 사용한 SCP 공법이 활용되었다.

151) 정재완(2018.10.8), p. 1의 내용을 기반으로 저자 작성

최근에는 설계 시공 일괄 입찰 등을 통해 시멘트를 활용한 심층혼합공법(DCM: Deep Cement Method)을 활용하고 있다. DCM 공법은 연약지반 내에 고화재를 주입하고, 교반기를 이용하여 교반·혼합하고, 지중에 개량체를 조성하여 지반의 안정성을 증대시키는 것이다. 이 방법은 시멘트 사용으로 경제성이 우수한 편이다. DCM 공법은 부산항신항 송도 준설토투기장(2014년), 울산신항 남방파제 2-1공구(2017년) 축조공사에 사용되었다. 현재 DCM 공법으로 공사하고 있는 항만은 울산신항 북항 방파호안 축조공사(2019년)·남항 방파호안 축조공사(2021년)·남방파제 2-2공구 축조공사(2023년), 부산항신항 컨테이너부두 2-4단계 축조공사(2020년), 대상항 다목적(컨테이너)부두 축조공사(2020년), 대산항 관리부두 축조공사(2021년) 등이 있다.

〈그림 7-1〉 항만 기초공사 공법 개선



자료: 정재완(2018.10.8), p. 1.

2. 복토 공법 변경(모래→자갈)¹⁵²⁾

안벽, 야드, 배후단지 조성을 위한 연약지반처리 공법으로 복토 및 재하성토재를 사용했다. 바다모래 공급이 원활했던 일부 항만¹⁵³⁾에서는 모래로 복토를 진행했다. 최근 서해권역 등 대다수 항만¹⁵⁴⁾에서는 준설토 투기장에 투기된 준설토사 중 양질의 준설토사(모래 함유량이 많은) 또는 육상 등에서 공급되는 토사, 토석 등을 활용하여 복토를 진행시키고 있다.

모래로 복토를 하는 경우에는 장비의 진입성이 양호하지만 쇄석 복토의 경우에는 쇄석층에 연직배수공법인 PBD(Plastic Board Drain)를 직접 시공하므로 작업이 용이하지 않은 단점이 있다.

〈그림 7-2〉 연약지반 복토 작업



자료: 정재완(2018.10.8), p. 2.

152) 정재완(2018.10.8), p. 2의 내용을 기반으로 저자 작성

153) 모래 복토를 한 곳은 부산항신항 북권 배후부지 2, 3 공구 조성공사, 웅동지구 1단계 항만배후단지 1, 2 공구 축조공사, 부산항신항 컨테이너부두 2-5단계 축조공사.

154) 광양항 서측 배후단지 1공구 조성공사, 부산항신항 남권 항만배후단지 1,2,3 공구 조성공사, 부산항신항 서권(1단계) 항만배후단지 조성공사.

제2절 항만공사 공정별 재료 변경

1. 항만공사 유형별 골재 사용 종류¹⁵⁵⁾

항만공사 시설별 골재 사용 종류를 살펴보면, 방파제의 경우에는 속채움재로 바다모래, 해수, 사석 및 순환골재를 사용하며, 기초에는 사석, 하부 기초지반개량에는 시멘트 등의 혼합재료와 바다모래, 사석이 사용된다.

안벽의 속채움재는 방파제와 동일하며, 구조물 배면의 뒷채움재는 사석, 배후 야드 조성을 위한 매립재로는 준설토, 토사, 바다모래가 이용되고 있다.

항만 부지조성을 위한 매립의 경우에는 준설토 투기장을 항만시설 또는 항만시설용 부지로 활용하는데 매립재는 준설토, 토사 및 바다모래가 이용된다. 그리고 원지반 또는 준설토 매립의 경우 지반개량을 위한 복토 및 재하성토재로 토사, 모래 및 사석이 이용되고 있다.

〈그림 7-3〉 항만공사 시설별 사용 골재 종류



자료: 정재완(2018.10.8), p. 3,

155) 정재완(2018.10.8), pp. 3-4의 내용을 기반으로 저자 작성

2. 항만공사 공정별 모래 사용 비중¹⁵⁶⁾

인천항과 대산항이 있는 서해권 항만은 2000년 후반 일부항만의 개발사업에서 케이슨 속채움재를 모래로 이용하였으나, 최근 준설토 투기장의 양질의 준설토로 매립, 복토, 재하성토, 케이슨 속채움재에 이용하고 있고, 모래 사용은 일부 공정에서 사용하고 있다.

부산항과 광양항이 있는 남해권 항만은 바다모래로 매립, 복토, 재하성토, 케이슨 속채움, SCP에 이용하였으나, 최근 사석(토석) 및 공법 변경을 통한 혼합재료로 대체되고 있는 추세이다. 동해묵호항과 포항항이 있는 동해권 항만은 지역 및 해역 특성상 준설토(모래) 혹은 슬래그(포항 등)로 매립, 복토, 재하성토, 케이슨 속채움을 하고 있다.

부산항과 광양항이 있는 남해권 항만이 동해권, 서해권 항만에 비해 바다모래를 더 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다. 예를 들면 기초처리공에서는 서해권 항만과 동해권 항만이 바다모래를 사용하지 않는데 남해권 항만은 31%를 사용했다. 매립공에서도 남해권 항만이 서해권과 동해권에 비해 바다모래를 약 60%p 정도를 더 많이 사용했다.

〈표 7-1〉 주요 항만별·공정별 바다모래 사용 비율(추정치)

공정	서해권 (인천항, 대산항)	남해권 (부산, 광양항)	동해권 (동해묵호항, 포항항)
기초처리공	0%	31%	0%
매립공	17%	75%	13%
케이슨속채움공	40%	50%	24%
지반개량공(복토)	-	-	-
지반개량공(재하성토)	-	-	-

주: 지반개량에 사용되는 바다모래는 현재 자료 수집 부족으로 배제함. 공정별 전체 재료 중 바다모래 사용 비중
자료: 정재원(2018.10.8.), p. 3¹⁵⁷⁾.

156) 정재원(2018.10.8), p. 5의 내용을 기반으로 저자 작성

157) 〈표 7-1〉 작성 시 전문가가 참조한 자료는 해양수산부(2016.9) 공사관련 기초자료임

3. 항만공사 재료변경(모래 → 준설토·순환골재·슬래그 활용¹⁵⁸⁾)

항만공사에서 기초처리 및 연약지반개량 공법 중 모래다짐말뚝공법(SCP)과 샌드드레인공법(SD: Sand Drain) 등의 공법처럼 모래를 주재료로 하는 공법을 제외하고는 공정별 바다모래를 불가피하게 사용하는 공정은 없을 것으로 판단된다. 또한 최근 공법 변경에 따라 기초처리 및 연약지반개량 공법에서도 혼합재료인 시멘트, 쇄석 등을 활용하고 있다. 항만 매립공은 바다모래가 아닌 준설토, 산토로 대체가 가능할 것으로 판단된다. 그러면 남해권 항만의 매립공에 들어간 재료의 70%인 바다모래가 다른 대체골재로 전환될 수 있다. 최대 50%를 사용했던 케이슨 속채움공도 사석, 해수, 준설토, 슬래그 골재, 순환골재로 전환될 수 있다. 복토와 재하성토도 바다모래가 아닌 쇄석과 준설토, 산토, 사석을 이용함으로써 바다모래 사용을 줄여나갈 수 있다.

〈표 7-2〉 바다모래 대체골재 사용 가능성

공정	용도	대체골재	비고
기초처리공	말뚝(개량체)	개량체(시멘트+안정제)	공법 변경
매립공	매립재	준설토, 산토(山土)	재료 변경
케이슨속채움공	속채움재	사석, 해수, 준설토, 슬래그, 순환골재	재료 변경
지반개량공(복토)	수평배수재	쇄석	재료 변경
지반개량공(재하성토)	재하성토	준설토, 산토, 사석	재료 변경

자료: 정재완(2018.10.8), p. 6.

158) 정재완(2018.10.8), pp. 5-6을 기반으로 저자 작성

4. 항만공사 재료변경을 통한 바다모래 감축량(추정)¹⁵⁹⁾

항만공사에 사용된 바다모래는 전체 바다모래 채취량 대비 약 16.4%가 사용된 것으로 추정된다. 이는 추정치로 항만 공사기간은 사업특성과 현장여건에 따라 모래 수급과 사용기간이 상이하여 정확한 파악이 곤란하다. 또한 기초처리공과 케이슨 속채움, 지반개량공사는 사업기간 전체에 걸쳐 시행되는 것이 일반적인 항만공사 흐름이기 때문에 정확한 바다모래 사용치 산정은 어려워 주요항만의 모래 사용량을 가지고 개략 추정했다.

EEZ에서 채취된 바다모래가 13년 동안 항만공사에 사용된 양은 총 2,599만 m^3 으로 전체 바다모래 채굴량(15,893만 m^3)의 16.4%에 해당된다. 매년 평균 항만공사에 쓰인 바다모래 사용량은 200만 m^3 로 2022년까지 감축해야 하는 바다모래양인 900만 m^3 의 22.2%에 해당하는 량이다. 항만공사의 공사별 재료를 모래에서 대체골재로 전환하면 매년 200만 m^3 를 줄였을 것으로 판단된다.

〈표 7-3〉 항만공사에서의 바다모래 사용량(추정치)

단위: 만 m^3

구분	EEZ 채굴량	항만공사 총 바다모래 사용량		매년 항만공사 바다모래 평균 사용량	
		사용량 (추정)	사용비중	평균사용량	2022년까지 감축분에서 비중
바다모래물량	15,893	2,599	16.4%	200	22.2%
공급기간	13년(2004~2016년)	13년			

자료: 정재완·고성훈(2018.10.8), p. 1의 자료를 기반으로 저자 작성

159) 정재완·고성훈(2018.10.8), pp. 1~2의 내용을 기반으로 저자 작성

EEZ 채취구역에서 대상항만까지의 운반거리(반입모래단가)와 대상항만 개발사업 시기 등을 고려할 때, 주요 국책사업의 일환이었던 부산항 신항과 광양항 개발사업 시 EEZ 바다모래의 반입이 주로 이루어진 것으로 추정된다. 부산항, 광양항, 진해항, 마산항의 매년 바다모래 사용량은 180만 m^3 으로 2022년까지 바다모래 감축량인 900만 m^3 의 20%에 해당한다. 항만공사의 공정별 재료를 바다모래에서 대체 골재로 변경하면 부산항, 광양항, 진해항, 마산항에서 매년 180만 m^3 이 감축 가능했다.

〈표 7-4〉 항만별 바다모래 사용량(추정치)

단위: 만 m^3

구분	부산항	광양항	진해항	마산항	총계
사용량	1,453	874	3.6	113	2,444
공사기간	24	14	7	2	
매년 사용량	60.5	62.4	0.5	56.5	180

자료: 정재완·고성훈(2018.10.8), p. 2의 내용을 기반으로 저자 작성

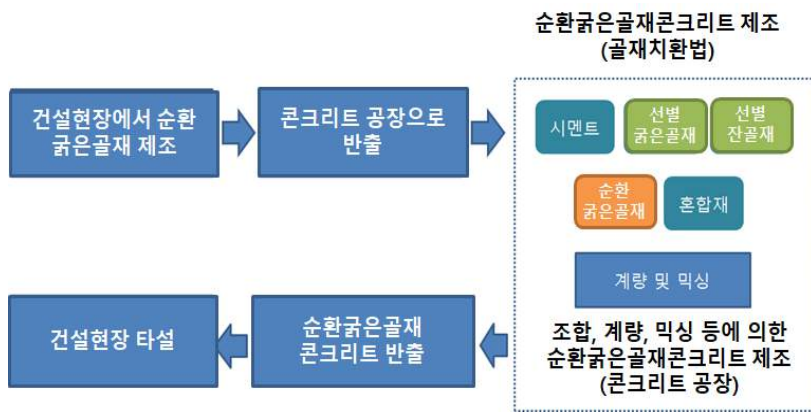
제3절 순환골재 기술 개발 및 품질 관리

일본은 「골재치환법」을 통해 순환골재와 보통골재의 치환율(혼합 비율)을 조정하여 콘크리트의 요구품질을 확보하고 있다. 골재치환법으로 폐콘크리트의 60~70% 정도를 순환골재로 만들 수 있는데, 비용은 약 30%가 절감되며 이산화탄소 배출량도 저감할 수 있는 장점을 가지고 있다.¹⁶⁰⁾

160) 김화영(2018.10.17), p. 11.

골재치환법에 의한 순환골재 제조 프로세스는 건설현장에서 순환 굵은골재를 제조하고, 그 다음 콘크리트 공장으로 순환굵은골재를 반출하여 시멘트, 선별된 굵은골재, 선별된 잔골재, 순환굵은골재를 혼합재와 함께 섞는데, 이렇게 만들어진 순환굵은골재를 반출하여 건설현장에서 타설해서 사용한다.

〈그림 7-4〉 골재치환법에 의한 순환굵은골재 콘크리트 제조 프로세스



자료: 일본 경제산업성 내부자료(2017b) 기반으로 저자 작성

일본의 대체골재는 쇄석, 쇄사, 슬러그 골재, 인공 경량 골재 등의 가공골재와 폐콘크리트를 이용한 순환골재가 있다. 일본은 콘크리트로부터 순환골재를 변환하는 기술이 상당히 발달되어 있으며, 용도에 따라 다양한 제조법으로 순환골재를 만들고 있다. 일본의 콘크리트용 순환골재 제조방법은 사분법, 파쇄법, 마쇄법, 비중선별법, 가열 압착분쇄법 등 다양하다.

〈표 7-5〉 콘크리트용 순환골재 제조과정

제조방식		제조프로세스						
사분법		원콘크리트	분급 장치		순환 잔골재			
		파쇄기 (jawbreaker)		간이 처리	순환 굵은골재			
파쇄법		원콘크리트	분급 장치	impact breaker	분급 장치	순환 잔골재		
		파쇄기	재생로 반재		분쇄류	분급 장치	순환 굵은골재	
마쇄법	편심 로타식	원콘크리트	분급 장치	편심 로타				
		파쇄기		폐기	분급 장치	순환 잔골재		
	스크류 마쇄법	원콘크리트	분급 장치	스크류 마쇄 장치				
		파쇄기		폐기	분급 장치	순환 굵은골재		
	기계식 교정법	원콘크리트	분급 장치	기계 교정 장치		순환 잔골재		
		파쇄기	폐기		분급 장치	순환 굵은골재		
	분쇄법	원콘크리트	분급 장치	분쇄	분급 장치	미립 분제거	순환 잔골재	
		파쇄기			폐기	순환 굵은골재		
비중 선별법		원콘크리트	분급 장치	마광기	분급 장치	비중 선별법	순환 잔골재	
		파쇄기	impact breaker		마광기	재생	순환 굵은골재	
가열압착 분쇄법		원콘크리트	충전형 가열 장치	제관 공장 tube mill 1차	tube mill 2차	분급 장치	순환 잔골재	
		파쇄기				미세 가루분	순환 굵은골재	

자료: 일본 국토교통성 내부자료(2014년) 기반으로 저자 작성

정부는 지난 2015년 환경부와 국토부가 공동으로 유동인구가 많고 국민이 직접 확인할 수 있는 장소 5곳에 순환골재 사용 건축물을 시범사업으로 준공했다. 예를 들면 고양시 성석동의 3층짜리 인선이엔티 사무실, 인천국제공항공사의 제2진입로와 주차장 공사, 수도권 매립지 관리공사 등에 활용하고 있다.¹⁶¹⁾ 또한 순환골재를 100% 사용한 건물이 시범사업으로 건축되고 있다. 예를 들면 경부고속도로 입장휴게소 되돌림 화장실, 내장산국립공원 공중화장실, 광주-대구 고속도로 강산천휴게소 공중화장실 등이 있다.¹⁶²⁾

〈그림 7-5〉 순환골재 이용 사례



〈인선이엔티〉



〈인천국제공항공사〉



〈수도권매립지관리공사〉



〈경부고속도로 되돌림 화장실 내외부〉



〈내장산국립공원 공중화장실〉



〈광주-대구 강산천휴게소 공중화장실〉

자료: 이그린 뉴스(검색일: 2018. 10. 2); 환경부·국토교통부 보도자료(2017. 9. 27), p. 9

161) 이그린 뉴스(검색일: 2018. 10. 2).

162) 환경부·국토교통부 보도자료(2017. 9. 27), p. 9.

이러한 성공사례를 기반으로 최근 순환골재의 용도를 기둥, 보 등 콘크리트 주요 구조체 등까지 확대한다는 내용의 콘크리트 골재표준 개정안을 예고·고시했다.¹⁶³⁾

정부는 작년 말 공공 건설공사의 종류에 따라 순환골재 등을 의무적으로 재활용해야 하는 용도와 사용량을 추가 확대했다. 도로 유지·보수 공사에도 골재 소요량의 40% 이상을 순환골재로 사용하도록 하는 등 의무사용을 확대하고 있다.¹⁶⁴⁾

하지만 안전성이 보장된 양질의 순환골재를 생산하고 유통하는 과정에 대한 상세한 기준이 부족하다.

양질의 순환골재를 생산하기 위해서는 건축 철거 과정에서부터 분류와 수집이 제대로 이루어져야 한다. 그러나 우리나라는 관련제도 미비로 이와 같은 과정이 이루어지지 않고 있다.¹⁶⁵⁾

또한 골재 전문가들은 순환골재의 유통과정에도 문제가 있다고 지적하고 있다. 순환골재를 콘크리트용 골재로 사용하기 위해서는 별도의 저장 공간과 계량설비가 필요하지만 우리나라에는 이를 제대로 구비한 업체가 없고, 순환골재 사용 비율을 높이기 위한 구체적인 방안도 없다고 언급하고 있다.¹⁶⁶⁾

우리나라와 달리 일본에서는 순환골재를 만드는 과정에서 가장 핵심적인 것은 폐콘크리트로부터 효과적으로 이물질을 제거하고 분진 발생을 제어하거나 활용하는 방법이라고 인식하고 있다.

이에 일본은 ‘순환골재콘크리트’의 일본공업표준(JIS: Japanese

163) ChosunBiz(검색일: 2018. 9. 20).

164) 환경부·국토교통부 보도자료(2017. 9. 27), p. 1.

165) ChosunBiz(검색일: 2018. 9. 20).

166) ChosunBiz(검색일: 2018. 9. 20).

Industrial Standard) 규정을 제정하여 순환골재 품질을 3가지로 분류하여 관리하고 있다.

〈표 7-6〉 JIS에 따른 순환골재 품질

주요 성질		순환골재 H	순환골재 M	순환골재 L	
종류		파쇄, 마쇄 등 고도 처리를 하여 필요한 입도조정을 한 굵은골재, 잔골재	파쇄, 마쇄 처리를 통해 필요한 입도조정을 한 굵은골재, 잔골재	파쇄 처리를 하여 제조한 굵은골재, 잔골재	
입도에 의한 구분	굵은 골재	H2505(25~5mm) H2005(20~5mm) H1505(15~5mm) H4020(40~20mm) H2515(25~15mm) H2015(20~15mm) 기타 13종	M2505(25~5mm) M2005(20~5mm) M1505(15~5mm) M4020(40~20mm) M2515(25~15mm) 기타 13종	L4005(40~5mm) L4020(40~20mm) L2505(25~5mm) L2005(20~5mm)	
	잔골재	H(5mm 이하)	M(5mm 이하)	L(5mm 이하)	
입자율		±0.20	±0.20	-	
알칼리 반응성에 의한 구분	A	알칼리 반응성이 무해하다고 판정	A	알칼리 반응성이 무해하다고 판정	A
	B	알칼리 반응성이 무해하다고 판정된 이외의 것	B	알칼리 반응성이 무해하다고 판정된 이외의 것	B
염화물량		0.04% 이하. 구입자 승인으로 0.1% 이하 가능	0.04% 이하. 구입자 협의 한도로 결정 가능	필요에 의해 규정. 0.04% 이하. 구입자 승인으로 0.1% 이하	
불순물성		종류별 불순물 함유량 상한치 있고, 전량 2.0% 이하	종류별 불순물 함유량 상한치 있고, 전량 2.0% 이하	종류별 불순물 함유량 상한치 있고, 전량 3.0% 이하	
물리적 성질	흡수율	굵은골재: 3.0% 이하	굵은골재: 5.0% 이하	굵은골재: 7.0% 이하	
		잔골재: 3.5% 이하	잔골재: 7.0% 이하	잔골재: 13.0% 이하	
	미분 분량	굵은골재: 1.0% 이하	굵은골재: 2.0% 이하	굵은골재: 3.0% 이하	
		잔골재: 7.0% 이하	잔골재: 8.0% 이하	잔골재: 10.0% 이하	
	절건 밀도	굵은골재: 2.5g/cm³ 이상	굵은골재: 2.3g/cm³ 이상	-	
		잔골재: 2.5g/cm³ 이상	잔골재: 2.2g/cm³ 이상		
	달아 없어 지는 정도	굵은골재: 35% 이하	동결융해저항성 순환굵은골재 FM동해지수 0.08 이하	-	

자료: 일본 국토교통성 내부자료(2014년) 기반 저자 작성

또한 일본은 순환골재 품질을 제고하기 위하여 ACRAC라는 품질 감독제도를 두고 있다. ACRAC 품질감독제도는 재생골재 콘크리트를 안심하고 사용하며 보급하기 위해 순환골재 제조공장을 대상으로 공정 및 기술수준을 서류심사, 시험기관에서의 제품 검사 등으로 감독하고 있다. 품질 기준을 만족한 업체를 대상으로 합격증 및 적합마크 사용을 승인하고 있다.

ACRAC의 품질감독기준은 회사의 기술력 확보 및 교육훈련 사항 등의 총괄사항 조사, 제품·제조·설비·외주관리 등의 개별사항 조사, 제품 취득을 위한 실지 검사 등으로 이뤄지고 있다.

〈표 7-7〉 ACRAC의 품질감독기준 내용

구분	품질감독 내용		품질관리 결과 적합 마크
A. 총괄적 사항 조사	품질보증		
	녹색 조달 품목 적합성		
	환경부하저감(판매회사는 미적용)		
	기술력 확보		
	교육훈련		
	부적합관리		
	환경보전(판매회사는 미적용)		
B. 개별사항 조사	1. 제품관리기준	제품 품질 명확화	
	2. 제조관리기준	원콘크리트	
		제조방법	
		제조공정 품질	
	3. 설비관리기준	제조설비관리	
		검사설비관리	
	4. 외주관리기준	외주관리	
C. 실지검사	제품 취득 검사	밀도	
		흡수율	
		미분분량	

자료: 일본 국토교통성 내부자료(2014년) 기반 저자 작성

바다모래 채취 감축분을 순환모래로 대체하기 위해서는 건설현장에서 순환모래를 믿고 사용해야 한다. 이를 위해서는 첫째, 품질 기준, 사용용도에 맞게 순환모래가 다양하게 개발되어야 하므로 이와 관련된 R&D, 시범사업을 지속적으로 시행해야 한다. 둘째, 환경부에서 순환골재·재활용 제품 우수사례 발표를 지속적으로 시행하여 일반인뿐만 아니라 건설업체들의 인식 변화를 유도해야 한다. 예를 들면 20년 가까이 되어도 품질이 그대로 유지되고 있는 인선이엔티 건물 등을 통해 순환모래를 이용한 건물이 안전하다는 것을 홍보하고 설명하는 것이 필요하다. 셋째, 일본의 JIS 순환골재 품질 3가지 항목 등과 같은 기준을 표준화하고 순환골재 품질을 관리·감독하는 기관을 설정하는 것이 필요하다. 또한 폐콘크리트 분쇄과정부터 공장 생산 과정까지 전체 공급사슬 과정의 품질 표준을 만들고 관리하기 위한 체계를 마련해야 한다.

제4절 수입모래 반입 환경 개선

글로벌 모래시장은 판매자 중심의 시장으로 수입을 하고자 하는 업체는 우선 해외 판매사인 굿힐(GOODHILL)사 등의 공급사와 계약을 하고 모래운반선을 가지고 있는 운송사와도 계약을 체결해야 한다.

현재 해외에서 우리나라로 모래를 수입하기 위해서는 업체는 공급사, 운송사, 한국 총판이 있어야 한다. 현재 공급사 및 운송사와 공식적으로 3년 계약을 수행한 한국 총판은 엔투피 인터내셔널이다. 공급사는 말레이시아, 미얀마, 캄보디아 등에 모래 채취 및 수출권을 가지고 있는 싱가포르회사인 굿힐사이다. 운송사는 바다모래 운송에 특화된 Barten Marine사이다.

현재 채굴 장소는 말레이시아의 3곳으로 우리나라는 매년 말레이시아로부터 800만 톤(500만 m^3) 수입이 가능하다.

〈표 7-8〉 모래수입 가능량

단위: 톤

위치	원산지	채굴 장소	공급가능수량			
			월간 생산량	몬순기간	작업가능 개월수	연간 생산수량
Terenggannu State	말레이시아	2	40만 톤	12월, 1월	10개월	400만 톤
Pahang State	말레이시아	1	40만 톤	12월, 1월	10개월	400만 톤

자료: 엔투비 인터네셔널 내부자료(2018. 10. 16), p. 5

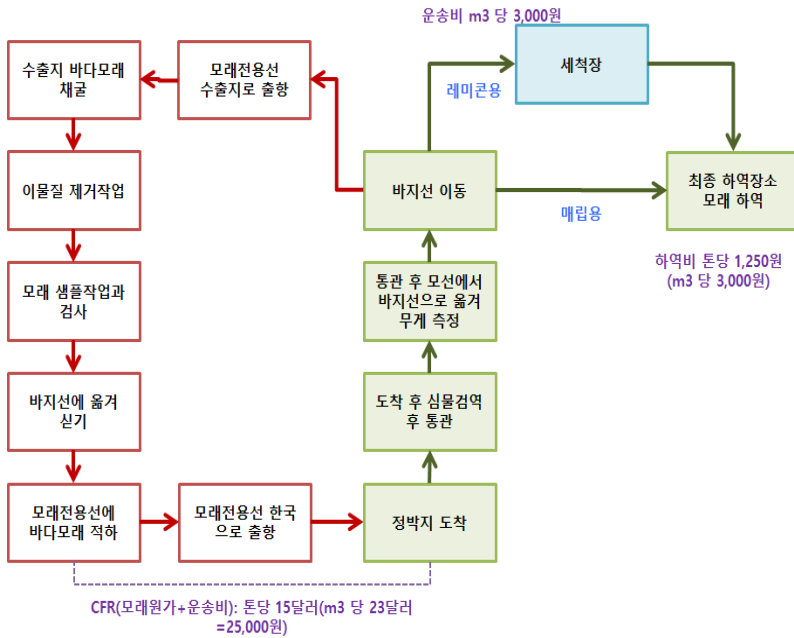
모래의 HS 코드는 2505609000이다. 한-아세안 FTA로 관세는 면세이나, 통관 시 수입부과세 10%가 부과된다. 모선이 한국 정박지 도착 전 사전에 선적서류를 세관에 접수하고, 식물검역 등의 신청을 통하여 입항 후 최대한 빠르게 검사 및 통관이 진행되도록 조치해야 한다.

모래 수출국(말레이시아)에서 국내 정박지까지 운임은 m^3 당 약 25,000원이고, 매립용으로 사용될 경우에는 m^3 당 약 28,000원을 지불하면 되고, 레미콘용으로 사용되어 세척이 필요할 경우에는 m^3 당 약 31,000원을 지불해야 한다.

일본의 경우에는 국내 유통되는 모래가격이 m^3 당 평균 44,000원 정도로 책정되어 있어 수입모래가 경쟁력이 있다. 하지만 우리나라는 과거 바다모래가 m^3 당 평균 15,000원에 책정되어 있어 수입모래가 가격면에서 경쟁력이 없었다.

일단 국내 바다모래 가격을 환경요인까지 포함하여 현실화하면 영남권을 포함한 남부지역에서는 수입모래가 경쟁력이 있을 것으로 판단된다.

〈그림 7-6〉 모래 수입 프로세스 및 물류비



자료: N2P사 수입모래 전문가 전화 인터뷰 결과(2018.10.25., 부산)를 바탕으로 저자 작성

모래 수입이 원활하게 되기 위해서는 바다모래 가격이 현실화되고, 일정 수준을 유지하는 것이 필요하다고 판단된다.

현재 모래 수요가 불확실한 상황에서 5만 톤급 모래 전용부두를 건설하여 하역, 세척, 육상운송 등을 시행할 경우 하역 시간면에서는 유리하지만 모래 수입업자 입장에서는 하역비가 상승하고, 세척업자는 세척업체의 수익이 사라지기 때문에 반대할 수 있으며, 인근 주민들은 비산먼지 때문에 모래부두 전용선 건설을 거부할 수 있다.

그러므로 단기적으로는 부산신항 인근 묘박지에서 하역을 하고 수입물량 및 북한모래 반입물량이 많아지면 5만 톤급 전용부두를 건설하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

수입모래가 원활하게 국내에 반입되기 위해서는 첫째, 묘박지에서 수입모래가 Ship-to-Ship 하역이 가능하도록 지정해주는 것이 필요하다. 선박법 제6조(불개항장에서의 기항과 국내 각 항간에서의 운송금지)에서는 외국적 선박이 항계 밖 혹은 정박지에서 하역을 금지하고 있으므로, 이를 회피할 수 있도록 해양수산부장관이 수입모래에 한하여 해당 묘박지에 선박이 정박할 수 있도록 허가 및 지정해주는 것이 필요하다. 둘째, 식물검역과 통관이 신속하게 이뤄질 수 있도록 관계기관이 협조를 해야 한다. 셋째, 세척장까지 바지선 운송과 레미콘공장까지의 바지선 혹은 트럭 운송이 효율적으로 이뤄질 수 있도록 물류 흐름을 개선할 필요가 있다. 마지막으로 수입모래 세척 시 발생할 수 있는 외래해양생물 유입에 대한 대책을 마련해야 한다. 이를 위해서는 「해양생태계의 보전 및 관리에 관한 법률(법률 제15135호)」 제24조(유해해양생물의관리)와 동법 시행규칙 제23조(유해해양생물의관리)에 따라 수입모래에서 유입될 수 있는 유해해양생물을 지정 및 관리하는 방안 마련 등의 제도적 정비가 필요하다. 또한 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률(법률 제15833)」 제22조(유입주의 생물의 수입·반입 승인 등)와 제22조의2(유입주의 생물의 관리)에 따라 수입모래의 위해성 평가 등도 실시하는 것이 필요하다.

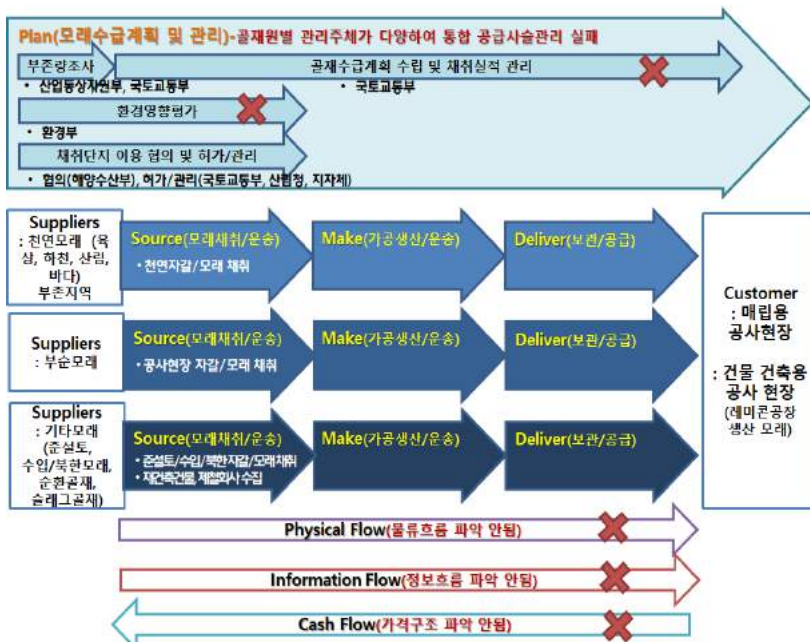
제5절 건설모래의 공급사슬관리 방안

건설용 모래로 쓰이는 골재자원이 육상, 하천, 산림, 바다 등에서 채취하는 천연모래, 공사장 현장에서 수집되는 부순모래, 준설토, 수

입모래, 북한모래, 순환골재, 슬래그 골재 등의 기타모래 등 다양한 뿐만 아니라 채취, 생산, 소비되는 장소가 매우 산재되어 있다.

또한 현재 바다모래뿐만 아니라 건설용 모래를 관리하는 행정기관이 산업통상자원부, 국토교통부, 환경부, 해양수산부, 산림청 및 농림축산식품부, 지자체 등 다양하고, 관계기관 간 골재 수급에 대한 정보교환, 협력, 체계적인 통합 관리가 미흡한 편이다.

〈그림 7-7〉 건설모래의 공급사슬관리 현황



자료: 저자 작성

이로 인하여 모래 종류별 기종점 분석 등 물류흐름 파악이 되지 않고 있다. 동일한 모래 종류일지라도 모래 품질을 관리하는 수단이 없기 때문에 공급사슬상 공급되고 있는 모래의 품질이 상이하다.

현재 골재자원정보관리시스템(AGRIS)이 있지만 각 모래 종류별 부존량, 환경영향 정보, 물동량 정보 등 통계 정보를 원스톱으로 확인이 불가능하다. 예를 들면 준설토, 순환골재, 슬래그 골재, 북한모래 등 기타모래의 경우 정보를 수집하기 위해서는 관련기관, 전문가의 협조를 받아야만 하고, 특히 시계열 정보 수집은 더욱 어려운 실정이다.

또한 바다모래 가격 변화가 레미콘 가격과 건설자재 가격에 미치는 구조를 알기가 힘들다. 현재는 바다모래 가격의 상승이 레미콘 가격 및 건설자재 가격에 바로 반영되지 않고 있다.

그리고 바다모래 등 모래 채취 등에 의한 환경영향평가 결과가 해당 자원, 지역 특성을 반영하지 못하거나, 체계적인 연구가 이뤄지지 않아 부처 간 논란이 지속적으로 발생하고 있다.

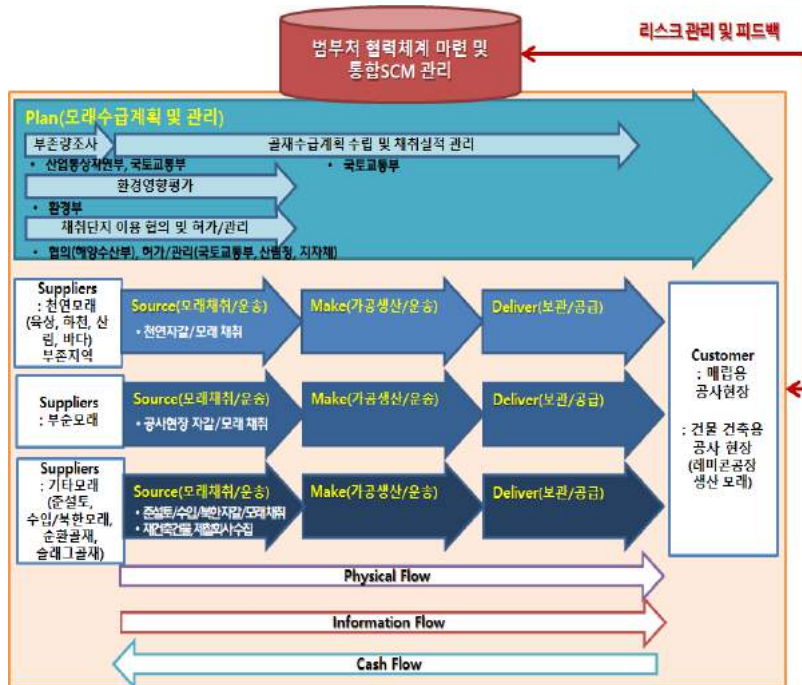
모래는 건설자재로 중요한 자원인 동시에, 미래 환경 가치 차원에서 보전해야 하는 자원이므로 장기적인 관점에서 체계적이고 종합적으로 관리하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 전체 모래의 채취부터 수요처까지의 물류흐름, 정보흐름, 가격구조 변화, 환경영향 등을 고려한 통합 공급사슬관리가 선행되어야 한다.

관계기관, 모래 관련 전문가들이 모여 범부처 협력체계를 구축하고 건설용 모래의 통합 공급사슬관리(SCM)를 하기 위한 방안을 수립해야 한다.

일단 건설용 모래에 사용 가능한 모래 종류, 채취지역, 부존량 등의 기초 데이터 조사가 선행되어야 한다. 그 다음 해당 종류별 채취 가능량, 채취 실적, 환경 영향, 모래 기종점 등의 물류 및 정보 흐름 데이터가 축적·관리되어야 한다. 단위 물류프로세스별 축적된 데이터를 기반으로 관계기관 협동으로 기존 수급계획의 문제점, 사회 및

자연환경 변화 등을 고려하여 전체 공급사슬을 고려한 모래 수급 계획을 수립해야 한다.

〈그림 7-8〉 건설모래의 공급사슬관리 방향



자료: 저자 작성

제 8 장

결론 및 정책제언

제1절 결론

1. 요약 및 결론

1) 바다모래 물류프로세스 특징

바다모래의 항만별 기종점 분석을 실시한 결과 바다모래의 절반이상이 인천항으로 입항하는 것으로 나타났다. 그 다음으로 평택당진항, 진해항, 목포항, 부산항, 마산항을 이용한 것으로 조사되었다. 이는 수도권권의 건설물량이 많기 때문이기도 하고 서해 EEZ가 인천항과 가깝기 때문으로 판단된다.

바다모래 골재채취원가는 채취비, 운송비, 하역비로 구성되는데, 각각의 비중이 각각 52.9%, 30.2%, 16.9%¹⁶⁷⁾로 전체 비용에서 채취장

167) 한국경제조사연구원이 서해안과 남해안의 EEZ 골재채취원가를 조사한 해양환경공단 내부자료(2018. 5)를 기반으로 서해권 EEZ, 남해권 EEZ의 채취, 운송, 하역비 비중의 평균값임; m³당 EEZ 골재채취비용(서해권 및 남해권 3,669원), 운송비용(서해권 1,938원, 남해권 2,260원), 하역비용(서해권 1,176원, 남해권 1,174원); 한국경제조사연구원(2018. 5), p. 10.

에서 현장으로의 운송비가 전체의 1/3을 차지하는 등 높은 편이어서 대부분의 바다모래는 항만 인접 지역으로 공급되고 있다. 즉 모래의 항만별·지역별 기종점 분석을 살펴보면 모래는 물류비를 최소화하기 위해 항만과 가장 가까운 지역으로 운송하는 지역성 자재임을 파악할 수 있다. 인천항에 반입된 모래는 경기지역에 76.8%, 인천광역시 14.3%, 서울지역에 8.9%가 공급되고 있다. 부산항의 경우에는 경남지역에 60.1%, 부산지역에 39.9%가 공급되고 있다.¹⁶⁸⁾

2) 바다모래 의존도가 높은 이유

주요 모래 채취국인 한국, 일본, 네덜란드, 영국, 미국, 덴마크, 프랑스, 벨기에 등의 1인당 바다모래 채취량을 비교한 결과, 우리나라의 채취량이 네덜란드, 덴마크 다음으로 높은 편이다. 우리나라 1인당 바다모래 채취량을 1로 봤을 때 일본은 우리의 15% 수준인 0.15이고, 영국과 미국은 모두 0.6 수준이다.¹⁶⁹⁾ 이 값을 봤을 때 우리나라는 다른 나라에 비해 바다모래 의존도가 높은 것으로 판단된다.

우리나라의 바다모래 의존도가 높은 이유를 분석한 결과 관련 법제도가 미비하고, 상대적으로 저렴한 바다모래 가격 때문인 것으로 나타났다. 우리나라는 환경보전 차원에서 육상모래 및 하천모래의 채취를 금지하는 추세이나, 바다모래에 대한 환경규제 관련법이 미비되어 있다. 또한 골재 공급 위주로 바다모래를 취급하고 있지만 바다모래 채취 후 복원 및 관리 관련된 법제도는 미비한 편이다. 또한 일본 바다모래 가격에 비해 우리나라 바다모래 가격은 최소 2배에서 최대 10배 이상 저렴하게 저평가 되어 있다.¹⁷⁰⁾ 즉 바다모래가 가격

168) <표 2-20> 모래의 항만별·시도별 기종점 비율(2012년 기준) 요약.

169) <표 3-14> 한국 및 타국가별 인구 1인당 바다모래 채취량(2015년 기준) 요약.

대비 품질이 우수한 편이고, 채취단지에 주민이 살지 않아 환경문제에 대한 반발이 적어 손쉽게 취득할 수 있는 자원이었기 때문에 바다모래 의존도가 높았던 것으로 판단된다.

3) 바다모래 이용에 관한 대국민 의식 조사

7대 광역시에 거주하는 700명을 대상으로 바다모래 이용에 관한 대국민 의식 조사를 실시한 결과, 바다모래 채취 문제에 대한 인지는 응답자의 절반 이상인 63.0%가 알고 있었고, 바다모래 채취 감축은 응답자의 57.7%가 필요하다고 답했다. 바다모래 채취의 부정적인 환경 영향에 대해서는 절반 수준인 42.9%가 인지하고 있었다. 바다모래 채취로 심각한 피해를 보는 지역은 인천태안 지역과 군산 인근 서해 EEZ이라고 조사되었다.

바다모래의 적정가격은 22,500원에서 30,000원이 적당하다고 응답한 사람이 전체의 76%가 된다. 바다모래 가격에는 자원 및 생태계 복원비, 어족자원 피해보상비, 미래 세대를 위한 자원 가치, 바다모래의 희소가치 등이 포함되어야 한다고 응답했다.

대체모래 자원으로 항만준설토 사용이 되어야 한다가 74.4%, 순환골재가 사용되어 한다가 74.7%로 매우 높게 나왔다. 대부분의 응답자(81.4%)들은 건설공법, 기술개발을 통해서 바다모래 사용을 줄여야 한다고 답했다. 순환골재를 이용한 건물의 안정성이 확보된다면 거주하겠냐는 질문에 응답자들의 절반인 50%가 거주의사를 밝혔다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 공급사슬 전반의 모래 품질관리, 안전성 관리가 선행되어야 한다.

170) 본고 제3장 제4절 요약.

응답자들은 바다모래 관리 차원에서 바다모래는 공공재로 사용되어야 한다고 생각하고 있다. 또한 골재채취 허가권 관련해서는 국토교통부가 아닌 해양수산부로 일원화해야 한다는 의견이 전체의 37.9%에 달했다. 그리고 바다모래 채취 관련 환경영향 연구 및 조사 등의 체계적인 관리가 필요하다는 응답이 전체의 75%이고 부존자원 등 통계관리가 필요하다는 생각을 가진 응답자가 전체의 75.7%가 되었다. 또한 바다모래 감축 및 관리를 위한 조치로 필요한 것에 대해서 바다모래 채취 환경 영향 연구, 건설공법 개발, 통계자료 확보, 관리권자를 해양수산부로 일원화 하는 등이라고 응답했다.

바다모래 이용에 관한 대국민 의식 조사 결과, 바다모래 사용의 감축 필요성에 대해서 인지하고 이를 위한 연구개발 및 환경영향 평가 등 체계적인 관리를 요구하고 있다. 또한 국민들은 바다모래 가격이 환경 복원 비용, 어족자원 피해 보상비 등을 포함하여 현실화하는 것이 필요하다고 생각하고 있다.

4) 바다모래 가치 산정

본 연구에서는 바다모래의 비시장가치를 평가하기 위해 조건부가 치측정법을 적용하였으며, 전국 700가구를 대상으로 조건부 가치평가 설문자료를 기반으로 바다모래 채취량 감축정책에 대한 가구주의 지불의사액(WTP)을 추정하였다. 분석 결과, 2018년부터 2022년까지 5년간의 바다모래 감축사업에 대한 가구당 총 WTP는 약 15,966원(최소 14,123원~최대 18,248원)으로 추정된다. 이를 전국가구로 확장하여 구한 바다모래 채취 감축정책의 총 비시장가치는 약 3,153.6억 원(최소 2,789.5억 원~최대 3,604.3억 원)으로 추정된다. 바다모

래 감축량의 단위(m^3)당 가치로 환산해보면, 바다모래 1 m^3 당 평균적으로 35,041원(최소 30,994원 ~ 최대 40,048원)의 비시장가치를 지니는 것으로 해석할 수 있다. 실제 바다모래의 도소매 가격수준에 비해 더 높은 비시장가치를 지니는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 바다모래채취 감축량을 기준으로 바다모래 보존의 비시장가치를 평가했다. 또한 현행 바다모래 채취관련 부담금과 사용료 제도를 검토하고, 각 제도에서 반영되어야 할 가치와 부과기준을 제안했다. 해양생태계보전협력금제도에서는 바다모래의 비시장가치를, 공유수면 점용료·사용료 제도에서는 바다모래의 시장가치를 반영할 필요가 있다.

5) 대체모래 공급량 분석 및 공급 원활화 방안

2022년까지 여의도 면적의 1.1배에 해당하는 900만 m^3 의 바다모래를 감축해야 한다. 이를 위해서는 육상모래, 하천모래, 산림모래, 부순모래 등 천연모래 및 가공모래를 늘려야 할 뿐만 아니라 준설토·수입모래·순환모래 등을 포함하는 기타 모래양을 늘려야 한다.

수급계획 및 대체 모래별 공급 가능성을 분석한 결과, 기타모래를 목표했던 750만 m^3 가 아닌 3,359만 m^3 로 증산하여 대응이 가능할 것으로 판단된다. 기타모래의 증산에 있어 준설토는 기존 공급량인 700만 m^3 이상을 공급할 수 있을 것으로 판단된다. 나머지 수입모래, 북한모래, 순환모래, 슬래그모래 등을 환경 변화, 기술 발전에 따라 확보 가능량이 달라질 수 있다.

이에 대체모래의 공급 원활화 방안을 통하여 기타모래 공급 가능량을 증산하고 공법개발 및 재료 변경 등을 통해 모래 수요를 줄이는

방법을 모색해야 한다. 바다모래 감축분에 대응하기 위한 대체모래 공급 원활화 방안은 총 4가지가 있는데, 첫째, 항만 기초 공사와 복토 작업에서 모래를 사용하는 것을 시멘트와 자갈로 사용하는 공사 공법으로 변경하는 것이 필요하다. 둘째, 항만공사에서 매립공, 케이슨 속채움공, 기반개량공 등에 바다모래가 아닌 준설토, 순환모래, 쇄석, 슬래그모래 등을 사용하여 바다모래 수요를 줄일 수 있을 것으로 예상된다. 예를 들면 남해권 항만의 매립공에 들어간 바다모래가 전체의 70%인데, 준설토 등을 이용하여 항만공사에서 바다모래 사용을 대폭 줄일 수 있다. 셋째, 순환골재 기술 개발, 관리기준 마련, 체계적인 품질관리를 통해 레미콘에 사용된 바다모래량을 감축할 수 있다. 넷째, 수입모래 반입 환경을 개선하는 것이다. 말레이시아의 바다모래 채굴권을 가진 업체와 계약을 완료한 업체가 수입을 원활하게 할 수 있도록 바다모래 가격을 현실화하고, 수입하는 정박지를 지정하고, 검역 및 통관 시간을 감축시키는 것이 필요하다. 또한 바다모래 가격이 현실화되고 물량이 안정적으로 확보되기 전까지는 묘박지에 정박해서 Ship-to-Ship 방식으로 하역하는 방법을 시행할 수 있도록 수입모래에 한하여 선박법 제6조(불개항장예의 기항과 국내 각 항간에서의 운송금지) 조항의 회피를 위한 해양수산부장관의 허가가 필요하다. 그리고 향후에 수입 물동량이 충분히 확보되면 5만 톤급 모래 전용부두를 건설하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

미래 자원 가치로서의 보전과 전설자재로써의 안정적인 모래 공급을 위해서는 범부처 차원의 협력체계를 구성하고 모래의 물동량 흐름, 정보흐름, 가격구조 변화 등을 구체적으로 기술한 후 모래 관련 모든 정보를 하나의 데이터베이스에 통합 관리하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 우선 관계기관이 협력하여 데이터를 수집하고, 수집

된 데이터를 기반으로 모래 수급계획을 수립하고, 관련 정책수립 시 협의하여 의사결정을 내리는 통합 공급사슬관리 방안이 선행되어야 한다.

6) 종합

결론적으로 바다모래를 저가격으로 쓸 수 있는 건설재료가 아니라 미래 세대를 위하고, 아름다운 바다환경 보전과 재해로부터 우리를 보호하는 중요한 자원으로의 인식 전환과 공감대 형성이 필요하다. 바다모래 채취에 대한 찬반 대립보다는 바다모래의 가치를 제대로 평가하여 가격을 현실화하고, 건설현장의 모래 공급이 원활하게 되도록 대체재 개발 및 발굴이 필요한 시점이다. 관련 부처가 모래 수급량과 생태환경 두 가지를 모두 고려한 정책을 수립하고 체계적이고 단계적인 바다모래 감축 및 대체자원의 공급방안을 마련하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

향후 바다모래 채취로 인해 발생하는 환경피해에 대한 사회적 비용을 평가하기 위해서는 바다모래 채취가 환경에 미치는 영향에 대한 과학적인 규명자료들이 뒷받침될 필요가 있다.

본 연구에서는 모래의 수급 안정화를 위해 공급사슬 측면에서 바다모래를 포함한 건설용 모래의 통합관리 필요성을 제시하였다.

또한 본 연구에서 제안한 바다모래 채취관련 부담금과 사용료 등의 경제적 유인제도의 개선은 공유재인 바다모래 이용의 환경비용 부담과 바다모래 이용에 대한 대가를 지불하도록 함으로써, 바다모래에 대한 과다 이용을 완화하고 지속가능한 자원이용을 도모하는데 기여할 것으로 판단된다.

2. 연구의 한계점 및 향후 추진방향

1) 연구의 한계점

본 연구는 바다모래 가치를 재산정하고, 바다모래 감축분에 대한 대체모래 확보 및 공급하는 방안을 마련하는 기초 연구로서 의미가 있다. 그러나 바다모래 시장의 유통구조, 가격구조는 복잡할 뿐만 아니라 관련자가 세분화되어 전체시장을 파악하기에 어려움이 존재했다.

그리고 EEZ에서 채취된 바다모래가 어떤 경유항만을 통해 내륙지로 유통되었고, 어떤 공사에 사용되었는지에 대한 데이터가 정리되어 있지 않아 전체 공급사슬을 파악하는 데 많은 어려움이 있었다. 또한 데이터는 부족한데 수입모래, 북한모래, 준설토, 순환골재, 슬래그 골재 등 다양한 대체 모래의 수급을 다뤄야 하는 등 연구범위가 광범위하여 몇 가지 한계점을 가지고 있다.

첫째, 수입모래, 북한모래, 준설토, 순환골재, 슬래그 골재의 2022년 공급 가능량을 추정하는 데 있어 현재 확보된 데이터의 연도가 일치하지 않거나 데이터가 부족하여, 매년 평균치를 가지고 공급량을 추정했다는 것이다.

둘째, 이해관계자가 광범위하여 충분한 문헌조사는 실시했으나, 면담조사가 부족하였다. 이에 대한 문제점을 해결하기 위해 바다모래 채취에 대한 대국민 의식조사를 추가했다.

셋째, 바다모래 가격 변동이 전체 건설가격과의 연동성이 떨어진다는 사실은 발견했으나, 관련 데이터가 부족했고 정확한 답을 알고 있는 전문가의 의견 청취가 어려워 원인 분석이 미흡했다는 것이다.

넷째, 모래가 지역성 자재로 점조직으로 움직이고 있고, 모래 종류별 육상 흐름을 파악할 수 있는 자료가 부족하여 상세한 SCM 흐름을 담아내지는 못해 준설토, 수입모래 등 일부 모래에 대해서만 추정을 통해 물류 흐름을 밝혔다는 것이다.

다섯째, 바다모래 채취가 해양환경에 미치는 영향을 경제적 가치로 환산하기 위해서는 체계적이고 과학적인 규명자료 확보가 필요한데, 본 연구에서는 시간적 한계 등으로 인하여 이를 포함하지 못했다.

2) 향후 추진 방향

본 연구에서 제시한 바다모래 가치를 기반으로 바다모래 가격을 현실화하는 방안을 모색해야 할 것으로 판단된다.

그리고 연구 당시 1차 연구에서 바다모래 가치를 산정하고, 그 다음에 바다모래의 물류 흐름, 유통구조 등을 2차 연구에서 진행하기로 했기 때문에 본 연구를 기초자료로 해서 모래 종류별 물류·유통흐름을 단계적으로 파악할 예정이다. 예를 들면 준설토의 항만공사 사용 흐름, 수입모래의 수출국부터 국내 레미콘공장까지의 흐름, 북한 모래의 반입을 위한 북한항만의 개선 방안, 국내 5만 톤급 수입모래 전용부두 개발 방안, 순환모래의 사용처 및 물류흐름, 슬래그 골재의 생산 후 공사 및 건설현장에서의 물류흐름을 하나씩 분석해야 할 것으로 판단된다.

이러한 기타모래별 분석을 실시하면 바다모래 감축분 900만 m^3 를 기타모래로 어떻게 대체할 수 있을 지에 대한 구체적인 안을 만들어 낼 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 본 연구에서 제안된 정책제언이 실현될 수 있도록 더 심도 있는 연구를 진행할 예정이다.

2차 연구를 통하여 건설용 모래의 범부처 협력체계 구축 및 통합 SCM 관리 방안이 제시되면 실효성 있는 모래 수급 안정화 대책뿐만 아니라 데이터 기반의 골재수급계획이 실현될 것으로 기대된다.

제2절 정책제언

1. 생태환경 전주기 고려한 바다모래 채취 가이드라인 마련

1) 목적

우리나라는 바다모래 채취 관련 정보, 지역별·해역별 해양생태, 수산자원, 해저지형 정보 등이 체계적으로 정리되어 있지 않고, 조사 및 환경영향평가를 전문으로 할 전담기관 지정이 되어 있지 않다. 또한 바다모래 채취 전후의 어족자원 변화, 해류 변화, 해저지형 변화 등의 환경영향 조사를 실시하지 않아 바다모래 채취 허가에 대한 논란이 여전히 존재하지만 피해를 증명할 자료는 없다. 바다를 미래 세대를 위해 지켜야 하는 자원으로 인식하고, 개발과 환경보전이 조화를 이룰 수 있는 방안을 마련하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 대상 바다의 어족자원, 생태환경, 해저자원, 심도, 모래 부존량 등의 사전조사를 기반으로 바다모래 채취 구역 및 채취량, 채취방법을 설정하고, 채취 전후 환경영향 평가 등을 통한 복구 사업을 실시하는 전주기에 대해 조사 데이터와 분석정보를 기반으로 가이드라인을 마련해야 한다.

2) 추진내용

가. 바다채취 해양환경영향평가 강화 및 가이드라인 마련

해저지형이 바뀌면 어류의 산란장소가 사라지고, 해류 흐름의 변화로 해안 침식 및 재해 등이 발생할 수 있고 건설업자와 수산업자, 주민들의 의견 차이로 인하여 갈등요소가 존재하게 된다. 이런 문제를 인식한 네덜란드는 전문가그룹인 환경영향평가위원회를 구성해 바다의 지속적인 이용이 가능하도록 바다모래 채취 사업을 평가하고 해당 주민의 열람 후 허가하는 절차가 마련되어 있다.¹⁷¹⁾

네덜란드뿐만 아니라 대부분의 바다모래 채취 유럽국가, 일본 등에서는 바다모래 채취에 대한 환경영향평가를 실시하고 있고, 해당 결과에 따라 바다모래 채취 허가 및 관리기준을 제안하고 있다.

〈표 8-1〉 바다모래 환경영향 평가 조사 항목 및 채취 가이드라인

구분	항목
조사내용	<ul style="list-style-type: none"> • 바다모래 부존량 조사 • 바다모래 채취 지역의 최저 수심 • 해안선으로부터의 최소 거리 • 해저면(seabed substrate)의 특정 성분 및 두께 유지 • 수산 자원, 해양생태계 영향 조사
바다모래 채취 관련 가이드라인	<ul style="list-style-type: none"> • 채취 지역 및 규모, 채취 기간, 채취 총량, 채취 속도 • 준설선에 대한 엄격한 항해 기준 • 환경 모니터링을 포함하여 준설 작업에 대한 특정 모니터링 프로그램 • 바다모래 채취 금지 지역·광구 설정 • 조사내용 및 모니터링 결과의 데이터베이스화 • 바다모래 채취 복원 의무화

자료: 한국건설산업연구원(2004. 6), p. 23 기반으로 저자 작성

171) 월간퓨처에코(검색일: 2018. 10. 2).

우리나라도 바다모래 채취 대상지역에 대한 부존량 조사, 수심, 해안선으로부터 거리, 수산자원 및 해양생태계 영향 등을 한국지질자원연구원, 한국해양과학기술원, 해양환경관리공단 등 전문기관의 조사 후 데이터베이스를 구축하는 것이 필요하다. 데이터베이스에 정리된 정보를 기반으로 채취지역 및 규모, 기간, 채취 총량을 설정하고, 채취 시 환경변화를 실시간 모니터링하여 전문가와 이해관계자의 동의를 얻어 바다모래 채취 관리 기준을 마련해야 한다.

나. 환경영향평가 결과에 따른 바다모래 채취 금지 구역 설정

바다모래 채취에 대한 해양환경 및 생태계 변화를 고려하여 일본, 영국, 네덜란드, 이탈리아 등에서는 공간적인 바다모래 채취 금지구역을 설정하고 있다. 우리나라도 바다모래 채취에 의해 부유사 확산 및 퇴적물 이동에 의한 해양 생태계 변화가 예상되는 지역에 대해서는 한국지질자원연구원, 한국해양과학기술원, 해양환경관리공단 등 전문기관의 조사 후 바다모래 채취 금지구역을 설정하는 것이 필요하다.¹⁷²⁾

〈표 8-2〉 해외의 바다모래 채취 금지구역 설정

구분		바다모래 채취 금지구역
일본	야마구치현	<ul style="list-style-type: none"> • 해상교통에 문제가 있다고 지정된 구역 • 해안선(만조 시) 앞바다 1km 이내의 지역 • 수저선로 보호구역 • 「인공어초 어장조성 사업」 구역으로 주변 3km 이내 구역 및 인공어초 중심점에서 반경 2km 이내 구역 • 어업자가 상시 이용하는 천연 암초 구역
	나가사키현	<ul style="list-style-type: none"> • 해안에서의 거리가 500m 이내 또는 수심 20m 이내 구역 • 해변에서 지선으로 2km 이내의 구역

172) 손규희 외(2017. 10), pp. 104~105 기반으로 저자 정리.

구분	바다모래 채취 금지구역
	<ul style="list-style-type: none"> • 어장조성구역(대형어초, 인공어초, 해역어초 조성구역, 용승류 어장, 인공해저산맥 어장) • 해역의 침식을 조장하는 것으로 지정된 구역 • 해역공원 지구로 지정된 구역과 그 구역에서 1km 이내의 구역
후쿠오카현	• 해안으로부터 4~5km 이내수심 35~45m 이내
영국	<ul style="list-style-type: none"> • 간조 시 수심 15m 이하의 지역, 모래 이동이 일어나지 않도록 최소 해안에서 600m 이상 이격하여 채취 • 수심 10~40m 해역 허가
네덜란드	• 20m 등수심(等水深) 밖에서 골재채취 허용
이탈리아	<ul style="list-style-type: none"> • 해안으로부터 3마일 이내는 채취 불허 • 생태학적 보호지역 등에서는 채취 불허 • 수심 50m 이상에서 채취 허가

자료: 손규희 외(2017. 10), p. 105; 한국건설산업연구원(2004. 6), p. 25 기반으로 저자 정리

다. 바다모래 부존량 조사 및 해저환경 정보 데이터베이스화

국토교통부에서 매년 조사하고 있는 바다모래 부존량 조사 결과, 바다모래 채취 구역의 해저환경 및 주변 생태계 정보 등을 종합적으로 데이터베이스화여 자료가 필요한 사용자, 관리자들에게 정제되고 공식화된 정보를 제공해주는 것이 필요하다.

2022년까지 바다모래를 전체 골재량의 5%로 현재보다 900만 m^3 을 감축한 1,200만 m^3 을 채취해야 한다. 바다모래 채취 허가물량이 있기 때문에 주기적인 환경 모니터링을 통해 수산자원 보호 등을 위하여 어종의 산란시기에 바다모래 채취를 금지할 수 있도록 지역별·해역별 특성을 고려한 정보가 정리되어 있고 정보를 기반으로 채취 금지시기를 조정할 필요가 있다.¹⁷³⁾

그리고 바다모래 채취 전과 후의 해저환경, 해양생태환경을 지속

173) 손규희 외(2017. 10), p. 108 기반으로 저자 정리.

적으로 모니터링하여 각 지역별·해역별 특성에 따라 적정 채취 심도를 정하는 것이 필요하다.

라. 모래 불법 채취 단속 강화 모니터링

모래 부족 현상으로 인하여 모래 불법채취가 증가하고 있다. 올해 8월말까지 바다모래 수급계획의 30%만이 수도권에 공급되어, 나머지 모래의 70% 이상은 출처를 알 수 없는 불법골재로 채워졌다. 이러한 불법 골재 채취를 통한 레미콘이 송도국제도시를 비롯한 수도권 사업현장에 공급된 사실이 드러났다.¹⁷⁴⁾

또한 올해 5월 중부해양경찰청은 서해 EEZ의 깊은 바다에서 모래를 퍼내기 위해 모래 채취·운반선의 상부구조물인 A프레임을 불법 개조한 법인 9곳을 무더기로 적발했다.¹⁷⁵⁾ 이러한 문제를 해결하기 위해서는 바다모래 채취를 실시간으로 모니터링하는 체계를 갖추고, 정부가 제안한 불법채취에 대한 원스트라이크 아웃제를 조속히 시행하는 것이 필요할 것으로 보인다.

2. 항만공사에 준설토 활용 확대

1) 목적

항만개발 및 유지 준설을 위해 발생하는 대부분의 준설토는 전량 해당 항만의 준설토 투기장 또는 안벽, 야드 조성에 사용되고 있다. 대산항 등 서해권 일부 항만에서 발생하는 준설토는 모래 함유량이 높아 부지조성 시 연약지반 개량을 위한 재하성토재로 활용되고 있다.

174) 건설에너지동향(검색일: 2018. 10. 2).

175) 한국일보(검색일: 2018. 10. 2).

준설토를 이용한 연약지반개량은 바다모래보다 운영 시 침하정도가 발생할 가능성이 높지만 해양 투기에 따른 비용 절감 및 해양환경 보존 측면에서 준설토 이용을 적극적으로 검토할 필요가 있다. 바다 모래 대체제로서 양질의 준설토가 항만공사에 적극 활용되도록 하는 기준 마련이 필요하다.

2) 추진내용

가. 준설토 분류기준 마련

해양에서 발생하는 준설토사는 「해양환경관리법시행규칙」 제11조 별표3에서 수저준설토사로 정의되고 있다. 해역의 수질, 퇴적물 등에 대한 오염도·성분분석 등 준설토사 활용이 환경에 미치는 영향 조사를 실시한다. 수저준설토사 유효활용기준 등 규정(해양수산부 고시 제2016-110호)상의 오염도기준(별표) 초과 시 폐기물로 분류되어 해양에 사용되는 것이 금해진다. 반면에 오염도 기준 충족 시에는 해안 복원, 인공섬 조성, 어장개선사업, 항만 및 여항시설 개발 시 공사용 재료로 활용하게 되어있다.¹⁷⁶⁾

일본에서는 모래가 부족하기 때문에 준설토를 이용하고 있다. 예를 들면 일본은 약 30만 m^3 의 준설토에서 약 20만 m^3 의 모래를 분리하여 신공항 복토재로 사용하였고, 네덜란드에서는 도로 건설뿐만 아니라 항만개발에도 사용한 사례가 있다.¹⁷⁷⁾ 준설토는 입도의 조성에 따라 사질토, 점성토, 중간적 성격을 갖는 토사로 구별하여 그 특징에 맞게 용도를 구분하여 사용하고 있다. 준설토사의 토질상태, 용

176) 해양수산부, 「수저준설토사 유효활용기준 등 규정(해양수산부고시 제2016-110호)」 제2조

177) 손규희 외(2017. 10), p. 115 기반으로 저자 정리.

도의 요구품질, 지반조건, 가공조건, 경제성 등을 감안한 기준에 따라 현장에서 활용하고 있다.

우리나라도 준설토사의 오염도 기준 조사뿐만 아니라 다양한 공사 현장의 상황을 감안한 분류기준표를 만들어 준설토 활용을 높일 수 있도록 해야 한다.

나. 준설토 재활용 기술 개발

준설토는 모래와 자갈의 대체재로 이용하기 위해 준설토를 분류하고 탈수하는 개량 기술이 필요하다.¹⁷⁸⁾ 경질의 점성토계인 준설토사의 개량기술에는 안정처리기술, 탈수처리기술, 분급처리기술 등이 있다. 안정처리기술은 준설토를 매립지에 투입하기 전에 시멘트와 석회 등 고화재를 첨가하여 임의의 강도를 유지한 개량 준설토를 만드는 화학적 처리방법이다. 탈수처리기술에는 자연식 배수·건조, 기계탈수 등이 있다. 기계 탈수에는 진공탈수, 원심탈수, 가압탈수, 가압압축탈수 등이 있다.

최근 한국해양과학기술원에서 실용화에 성공한 준설토 활용 경량 혼합토는 현장 활용성과 경제성이 우수한 공법으로 구조물 시공 시 지반침하 해결 및 토압 경감으로 뒤채움재료, 기능성 골재, 경량성토와 사면보호공 등 다양한 용도로 활용이 가능하다.¹⁷⁹⁾

준설토의 처리기술이 발전하면 현재보다 더 많은 항만공사, 배후지 매립공사에 적용될 수 있을 것으로 판단되므로 R&D를 통한 기술 개발 및 사업화를 지속적으로 시행하는 것이 필요하다.

178) 김화영(2018.10.17.), pp. 18-19의 내용을 기반으로 이하 내용 문단을 저자 정리하여 작성함

179) 중앙일보a(검색일: 2018.9.30.)

다. 항만공사 골재 채취 후보지 지정

항만공사는 대부분 장기 공사로 인근 석산에서 공급받는 사석의 단가 변동이 발생하고 있다. 단가 상승 및 공사기간 중 물가상승에 따라 건설업체들은 공사비 상승에 대한 부담을 안고 있다.

항만공사의 대부분은 공공사업이므로 공사비 가격 상승에 따른 공사지연은 국가 전체 손해로 이어진다. 그러므로 서해, 남해, 동해 주요 항만의 개발규모 및 계획 등을 고려하여 권역별로 항만공사에 대 규모로 공급되어야 하는 모래 및 준설토 채취장 후보지를 지정하는 것이 필요하다.

항계 내 양질의 모래가 함유되어 있는 수역, 선박대형화에 따른 중심 또는 퇴적에 의한 지속적 유지준설이 요구되는 수역을 모래 채취장으로 지정하여 항만공사 기간 중 바다모래를 대체할 수 있는 자원으로 활용하는 것이 필요하다.

투기장에서 처리되는 양질의 준설토를 항만공사 등에 재활용한다면 환경개선뿐만 아니라 모래 수급 원활화 및 공사가격 안정화에 따라 국가 경쟁력 강화에도 도움이 될 것으로 판단된다.

〈표 8-3〉 수저준설토사 유효활용기준 등 규정 개정 추진

개정전	개정후
제3조(사용에 대한 협의) 유효활용 준설토사를 제2조의 용도로 사용하고자 하는 자는 사용 전에 지방해양수산청장(제2조 각 호의 사업대상구역)을 관할하는 지방해양수산청장을 말한다. 이하 같다)와 사용가능 여부에 대해 협의하여야 한다. 다만, 법 제84조에 따라 해역이용협의 대	제3조의1(수저준설토사 채취단지의 지정·해제) ① 지방해양수산청장 또는 시·도지사는 일정한 지역에 양질의 수저준설토사가 상당량 매장되어 있어 이를 집단적으로 채취하는 것이 국토와 해양환경의 보존을 위하여 유익하다고 인정하면 대통령령으로 정하는 바에 따라 직권으로 또는 신청에 의하여 수저준설토사 채취단지를 지정하거나 변경지정 할 수 있다. 이 경우 지방해양수산청장 또

개정전	개정후
상 사업이거나 법 제85조에 따른 해역이용영향평가 사업인 경우 일괄하여 협의할 수 있다.	<p>는 시·도지사는 관계 행정기관의 장과 협의하여야 한다.</p> <p>② 제1항에 따른 수저준설토사 채취단지의 지정 (대통령령으로 정하는 면적 이상에 대한 변경지정을 포함한다)을 신청하려는 자는 동규정 제2조의2 오염도기준을 평가 받아 그 결과를 지방해양수산청장 또는 시·도지사에게 제출하여야 한다.</p> <p>③ 제1항에 따른 수저준설토사 채취단지의 세부지정기준은 대통령령으로 정한다.</p> <p>④ 지방해양수산청장 또는 시·도지사는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제1항에 따라 지정한 채석단지의 전부 또는 일부에 대하여 그 지정을 해제할 수 있다. 다만, 제1호와 제3호의 경우에는 해제하여야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 지정을 받은 경우 2. 준설토사 채취가 완료되었거나 오염도기준 및 매장량으로 보아 채취단지로 계속 둘 필요가 없다고 인정되는 경우 3. 주변해양과 주민생활을 보호하기 위하여 해제가 불가피하다고 인정되는 경우 <p>⑤ 지방해양수산청장 또는 시·도지사는 제1항이나 제4항에 따라 채취단지를 지정하거나 해제할 때에는 해양수산부령으로 정하는 바에 따라 이를 고시하여야 한다.</p> <p>제3조의2(사용에 대한 협의) 제3조(사용에 대한 협의) 수저준설토사 채취단지의 유효활용준설토사를 제2조의 용도로 사용하고자 하는 자는 사용 전에 지방해양수산청장(제2조 각 호의 사업대상구역을 관할하는 지방해양수산청장을 말한다. 이하 같다)과 사용가능 여부에 대해 협의하여야 한다. 다만, 법 제84조에 따라 해역이용협의 대상 사업이거나 법 제85조에 따른 해역이용영향평가 사업인 경우 일괄하여 협의할 수 있다.</p>

자료: 법제처, 수저준설토사 유효활용기준 등 규정(해양수산부고시 제2016-110호).

3. 바다모래 관리 일원화

1) 목적

산림골재를 제외한 나머지 골재 등은 국토교통부가 관장하는 「골재채취법」에 따라 채취 허가 여부가 결정된다. 하지만 산림골재는 산림청이 관장하는 「산지관리법」에 의해 채취 예정지구를 지정하고 채취를 허가하고 있다. 이로 인하여 산림골재는 소규모로 산재된 석산 개발은 줄이고, 광역화된 채석단지 제도를 도입하여 수급 안정뿐만 아니라 환경보호 측면에서 상당한 정책효과가 발생했다.¹⁸⁰⁾

이와 달리 바다모래는 수급 문제와 해양환경 문제가 같이 공존함에도 불구하고 바다를 관리하는 해양수산부가 아닌 국토부가 바다모래 채취단지 지정 및 허가 권한을 가지고 있다. 대국민 설문조사 결과와 물관리 일원화 추세 등을 감안할 때 바다모래 관리를 해양수산부로 일원화하는 것이 필요하다.

2) 추진내용

가. 바다모래 관리 해양수산부로 일원화

본 연구에서 실시한 대국민 설문조사에서 응답자의 37.9%가 해양수산부로 바다모래 허가권을 넘겨야 된다고 응답했고, 42.4%가 중간자적인 입장을 보였으며, 19.7%만이 현재 국토부에 있는 허가권이 그대로 있어야 한다고 밝혔다.

그리고 2018년 5월말 정부는 통합물관리를 위해 국토교통부의 수

180) 손규희 외(2017. 10), p. 39.

량과 환경부의 수질 업무를 물관리 주무부처인 환경부로 일원화했다. 물관리 일원화를 한 이유는 부처별 업무 간의 연계 부족으로 인하여 종합적인 물관리 정책의 수립·시행이 어려웠고, 상수도, 하천 정비 등 물분야 사업의 중복으로 국가 예산이 낭비된다는 지적으로 인하여 물관리가 환경부로 일원화되었다.¹⁸¹⁾ 통합물관리는 이수 및 치수, 환경, 방재 등을 종합적으로 고려하여 물관리 정책을 수립하며 법·제도적 시스템을 구축하는 것을 말한다.¹⁸²⁾

바다모래 채취 단지의 체계적인 관리, 환경문제, 재해문제 등을 한꺼번에 다루기 위해서는 바다모래 관리를 일원화하는 것이 필요하다. 물관리 일원화에서도 수량을 결정하는 국토부의 업무를 수질을 관할하는 환경부로 이관했듯이, 바다모래의 채취량을 결정하는 국토부의 업무를 생태환경 및 해양재해를 다루는 해양수산부로 이관하는 것이 타당할 것으로 보인다.

또한 산림골재를 산림청이 관할함으로써 수급안정과 동시에 환경보호가 가능한 사례를 봤을 때 바다모래 부분은 바다의 특수성을 감안할 때 바다를 관리하는 해양수산부가 관리 일원화를 하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

나. 바다모래 허가권 변경을 위한 법·제도 개선

토석채취 허가는 「산지관리법(법률 제15504호)」 제25조(토석채취허가 등)에서 산림청의 상급기관인 농림축산식품부령으로 관할 시도지사 또는 시장, 군수, 구청장에게 토석채취허가를 받아야 한다.

181) 국법입법조사처(2018. 6. 14), p. 1.

182) 국법입법조사처(2018. 6. 14), p. 4.

바다모래 허가권을 해양수산부가 가져오기 위해서는 제34조(골재채취단지의 지정등) 제1항의 「산지관리법」에 따른 산지는 제외한다'를 「산지관리법」에 따른 산지, 「해양환경관리법」의 배타적 경제수역은 제외한다'라고 명시하는 것이 필요하다. 또한 「해양환경관리법」 제15조(환경관리해역의 지정·관리)에 바다모래 골재채취단지 지정 등의 내용을 포함하는 것이 필요하다.

〈표 8-4〉 골재채취법 개정 추진

개정전	개정후
<p>제34조(골재채취단지의 지정 등) ① 시·도지사(배타적 경제수역에서의 골재채취단지 지정의 경우에는 국토교통부장관을 말한다. 이하 이 조 제2항부터 제6항까지 및 제34조의2에서 같다)는 골재자원의 효율적인 이용과 골재수급 안정을 위하여 필요하다고 인정할 때에는 직접 또는 다음 각 호에 해당하는 자의 신청에 의하여 양질의 골재가 부존되어 있어 집중적으로 개발하기 쉬운 지역(「산지관리법」에 따른 산지는 제외한다)을 골재채취단지로 지정할 수 있다.</p> <p>② 시·도지사는 제1항에 따라 골재채취단지를 지정하려면 미리 「해양환경관리법」에 따른 해역이용영향평가(해역이용협의를 포함한다), 「환경영향평가법」에 따른 전략환경영향평가 협의 및 환경영향평가 협의를 하여야 한다. 이 경우 시·도지사가 골재채취단지에서 제22조에 따른 골재채취 허가를 할 때에는 해역이용영향평가협의, 전략환경영향평가협의, 환경영향평가 협이가 된 것으로 본다.</p>	<p>제34조(골재채취단지의 지정 등) ① 시·도지사(배타적 경제수역에서의 골재채취단지 지정의 경우에는 국토교통부장관을 말한다. 이하 이 조 제2항부터 제6항까지 및 제34조의2에서 같다)는 골재자원의 효율적인 이용과 골재수급 안정을 위하여 필요하다고 인정할 때에는 직접 또는 다음 각 호에 해당하는 자의 신청에 의하여 양질의 골재가 부존되어 있어 집중적으로 개발하기 쉬운 지역(「산지관리법」에 따른 산지, 「해양환경관리법」의 배타적 경제수역은 제외한다)을 골재채취단지로 지정할 수 있다.</p>

자료: 법제처, 해양환경관리법(법률 제15012호), 골재채취법(법률 제15275호)

4. 바다모래 채취에 대한 부담금(해양생태계보전협력금) 개선방안

1) 목적

바다모래 채취로 인해 발생한 환경비용과 상실된 바다모래의 비시장가치 등을 반영하여 부담금 체계를 개선함으로써, 바다모래 채취의 사회적 비용을 원인자(오염자)가 부담하도록 한다.

2) 추진내용

사용료 체계는 바다모래 채취 단위에 단위당 부과금액을 곱하여 산정하는 방식을 취하는데, 단위당 부과금액은 바다모래의 시장가치(도매가격 및 채취원가)의 일정비율을 적용한다. 현행 부담금 체계는 바다모래 채취 면적(㎡)에 단위당 부과금액(300원/㎡)을 곱하고, 해역 특성 계수(보호구역=20, EEZ=3, 항만구역=2 항만구역 외=6)를 적용하는 방식이다.

〈표 8-5〉 사용료 및 부담금의 부과 산식 개선안

구분	현행 부과 산식
사용료 체계	바다모래 채취량(㎥) × 단위당 부과금액(바다모래의 가격 및 원가의 일정비율) ※ 연안모래: 도매가격의 30/100, EEZ 모래: 채취원가의 20/100
부담금 체계	바다모래 채취면적(㎡) × 단위당 부과금액 × 해역특성 계수 = 바다모래 채취면적(㎡) × 단위당 부과금액(300원) × 해역특성 계수(보호구역=20, EEZ=3, 항만구역=2 항만구역 외=6)
사용료 체계	바다모래 채취량(㎥) × 단위당 부과금액(바다모래의 가격 및 원가의 일정비율) ※ 연안모래: 도매가격의 30/100, EEZ 모래: 채취원가의 20/100
부담금 체계	바다모래 채취량(㎥) × 단위당 부과금액 × 이용영향계수 × 해역특성 계수 = 바다모래 채취량(㎥) × 단위당 부과금액(Y원) × 이용영향 계수(①자원의 회소성: 연안골재=X, EEZ골재=aX, ②채취면적 계수: Z) × 해역특성 계수(보 호구역=20, EEZ=3, 항만구역=2 항만구역 외=6) 단, 단위당 부과금액 × 이용영향 계수 × 해역특성 계수 → 바다모래의 비시 장가치(환경가치) 반영

자료: 저자 작성

우선 기존의 채취면적 기준 부담을 채취량 기준 부담으로 개선할 필요가 있다. 또한 부담금의 바다모래 채취에 대한 환경비용 부담 성격을 강화하기 위해서는 단위당 부과금액(A)을 곱하고, 이용영향과 해역특성에 따른 이용영향 계수(B)와 해역특성 계수(C)를 적용하는 방식으로 개선할 필요가 있다. 부담금 체계에서는 $(A) \times (B) \times (C)$ 값이 채취 단위당 환경비용(비시장가치, 복구비용 등)에 준하는 수준 또는 사회적 수용성을 고려하여 그의 일부에 해당되도록 설계할 수 있다. 특히, 바다골재의 이용영향계수는 자원의 희소성측면과 피해 범위 측면을 고려할 수 있다. 모래 자원의 희소성 측면에서는 재생불가능한 EEZ 모래의 경우 연안모래에 비해 더 높은 가중치($b > 0$)를 부여할 필요가 있다. 피해범위 측면에서는 채취면적규모에 따른 계수(z)를 적용하는 것이 가능하다.

5. 바다모래 채취에 대한 사용료(공유수면 점용료·사용료) 개선방안

1) 목적

바다모래 자원이용에 대한 적정 대가를 부담하도록 사용료 부과기준을 개선함으로써 바다모래의 초과수요 현상을 완화한다.

2) 추진내용

첫째, EEZ 골재채취의 경우 당초 국책사업에 안정적 골재공급을 위해 연안골재채취와 차등을 두어 낮은 요율인 100분의 20을 적용하였으나, 현재는 골재사용 범위가 민간사업으로 확대되어 실효성이 부족하므로, 요율을 단일화할 필요가 있다. 둘째, 골재라는 자원의 사

용에 대한 사용료를 채취에 소요된 채취원가를 기준으로 부과한 것은 적합하지 않으며, 시장가격이나 수익자부담의 원칙에 따른 수익률 등에 비례하여 부과하는 것이 적합하다. 일반적으로 수익률은 기업의 내부 정보 수집이 필요하므로, 부과기준으로 적용하기에 어려움이 있다. 따라서 자료의 가용성 등을 고려할 때 ‘도매가격’과 같은 일반적인 시장가격 기준을 선정하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

6. 바다모래 채취 복구방안 마련 및 대체복원 프로그램 개발

1) 목적

바다모래 채취단지의 복구 프로그램 마련 및 복구 불가 시 대체 복원프로그램을 시행하여 골재채취로 인해 유발된 사회적 비용을 대체 복원을 통하여 부담하게 한다.

2) 추진내용

첫째, 바다모래 채취단지 및 채취현장의 지형적·생태적 복원에 대한 구체적인 복원기준이 마련될 필요가 있다. 골재채취법에 따르면 골재를 채취하는 자는 복구비용을 예치해야 하며, 골재채취구역의 복구 등에 필요한 조치를 취해야 한다. 복원수준과 방법에 대한 구체적인 가이드라인이 제시되어야 한다.

둘째, 복구가 불가능한 경우, 대체 복원프로그램을 시행할 필요가 있다. 골재채취법에 따르면, 골재채취구역의 지형상 복구가 필요하지 아니하다고 인정하는 경우 복구비용 예치는 예외가 된다. 실제로

EEZ의 채취단지의 경우, 육상과 먼 해역에 있고 수심이 깊어 막대한 복원비용이 소요될 수 있다. 만일 지형적 복구가 현실적으로 불가능할 경우 대체자원 조성, 생태계 회복 프로그램 등 대체 복원프로그램을 시행하여 골재채취로 인해 유발된 사회적 비용을 대체 복원을 통하여 부담하게 할 필요가 있다.

7. 공급사슬(Supply Chain)상의 건설용 모래 통계 관리

1) 목적

바다모래 채취의 환경문제를 고려한 수급량을 결정하기 위해서는 정확한 기종점(O/D) 데이터와 사용처·사용량에 대한 데이터가 전체 공급사슬상에서 관리되고 공개되어야 한다. 그리고 바다모래 감축분인 900만 m^3 을 수입모래, 준설토 등의 기타모래로 대체하기 위해서는 이들 모래에 대한 데이터 확보도 필요하다.

2) 추진내용

가. EEZ 항만 코드 분리 및 건설용 수입모래 통계 분리

첫째, 국토교통DB에서 5년마다 모래의 O/D 조사를 실시하고 있지만, EEZ가 기타항에 포함되어 있어 정확한 EEZ의 운송량을 파악하기 어렵다. 이에 EEZ 모래의 통계를 분리하여 관리할 필요가 있다.

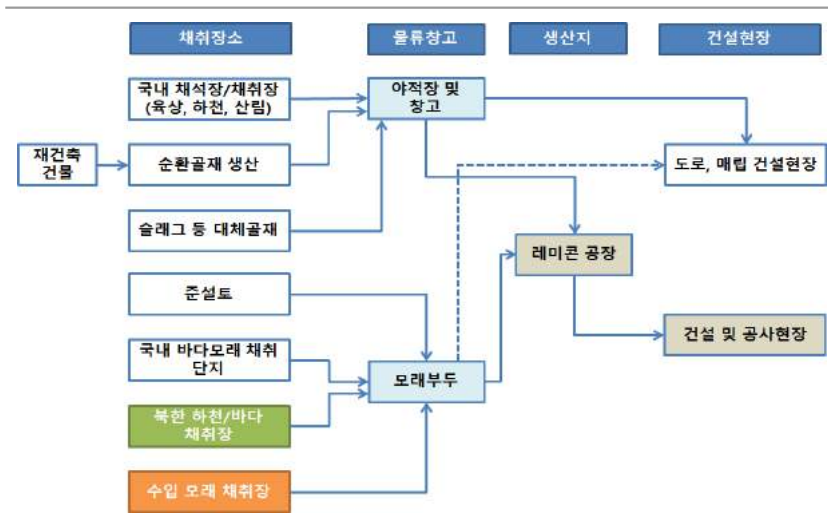
둘째, 현재 국내 수입모래양 통계는 유리로 사용되는 모래까지 같이 포함되어 있어 호주가 주요 수입처로 파악된다. 건설용 모래의 수입량과 사용처를 정확하게 파악하기 위해서는 HS코드의 분리가 필

요할 것으로 판단된다. 건설용 수입모래의 양을 정확하게 파악하면 수입모래의 변동치를 살펴보고 향후 부두 건설 여부를 판단하기가 용이할 것으로 예상된다.

나. SCM 관점에서 건설용 모래 지도 마련

현재 건설용 모래의 관리주체, 관계자 등이 많아 생산, 수급 흐름 전체를 파악하기가 어렵다. 골재원별로 사용처, 사용량, 기종점(O/D)이 명확하게 규명되어 있지 않다. 이로 인하여 모래 수급계획 수립 및 전망 시 전체 데이터를 기반으로 한 산정이 어렵다. 또한 이러한 전체 물류 흐름 지도가 없어 연구자, 사업자, 관리자 등이 모래에 대한 정보를 파악하기 위해 어떤 주체, 어떤 자료 등을 조사해야 하는지 알기가 어렵다. 이에 다음에 제시한 개략적인 모래 물류 흐름 지도보다 상세한 물류 지도를 생성하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

〈그림 8-1〉 건설용 모래 물류 지도



자료: 저자 작성

다. SCM 전체에서의 모래 흐름별 물동량 및 가격 통계 관리 체계화

첫째, 준설토의 모래 함유량에 따라 항만공사에서 사용처가 달라 지므로 지역별로 확보된 준설토의 유해도뿐만 아니라 특징을 데이터 베이스로 관리할 필요가 있다. 각 지역별·항만별 준설토의 사용내역도 지속적으로 관리할 필요가 있다.

둘째, 북한모래를 반입하기 위해서는 노후화된 북한항만을 현대화 해야 할 뿐만 아니라 채취가능한 모래 부존량부터 파악하여 정리하는 것이 필요하다. 또한 북한모래가 반입된 항만과 수요처, 물류 흐름별 가격 구조도 명확하게 파악할 필요가 있다.

셋째, 모래 수입국, 수입모래량과 입항 항만별 물동량과 수요처, 사용용도, 가격을 파악하고, 모래 수입 시 발생할 수 있는 문제점, 외래 유해 생물의 유해도 등에 대한 데이터도 체계적으로 관리해야 한다.

넷째, 순환골재와 슬래그 골재의 생산 후 사용처, 사용비율에 데이터 수집이 어려워 대체모래량의 추정이 어려우므로 국토교통부와 협력하여 이러한 재생골재에 대한 데이터를 관리·확보하는 것이 필요하다.

라. SCM 전체 건설용 모래 통계 관리 일원화

골재원별 관리 주체가 국토교통부, 해양수산부, 산림청, 지자체 등으로 다양하다. 관리주체가 다양하여 전체 모래 물류, 가격구조 흐름을 파악하기 어렵기 때문에 관리주체 간 협력을 통해 통합 데이터베이스를 구축하고 통계 관리를 일원화하는 것이 필요하다. 통합 모래 데이터베이스에서 부존량, 생산량, O/D 및 물동량, 사용처, 가격 등을 관리해야 한다. 통합함으로써 바다모래 가격과 레미콘 모래 가격,

건설 가격과의 비례관계가 성립하지 않는 이유를 파악하여, 향후에는 원자재 가격 변동에 따른 건설 경기, 건설 제품 가격 변동을 예측이 가능해질 것으로 판단된다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

- 건설교통부, 『골재채취업무편람』, 2015. 12.
- 김화영, 「일본의 바다모래 관련 자료 조사」, 한국해양수산개발원 서면자문보고서, 2018. 10. 17.
- 권영주·유승훈·박세현, 「금강하구의 환경가치 평가」, 『해양환경안전학회지』, 19(5), 2013.
- 국무조정실 국무총리비서실 보도자료, 「골재원 다변화로 골재수급 안정화 추진」, 2017.
- 국법입법조사처, 『물관리 일원화 추진 현황 및 향후 과제』, 제1472호, 2018.6.14.
- 국토교통DB, 『2013년 전국 연안화물 O/D 조사』, 2013.
- 국토교통부, 「2018년도 골재수급계획」, 2018.2.
- _____, 「제5차(2014~2018) 골재수급기본계획 수립 연구」, 2014.2.
- 국토교통부·해양수산부, 「골재수급 안정대책」, 2017.12.28.
- 국토해양부, 「제4차(2009~2013) 골재수급기본계획 수립 연구」, 2008.12.22.
- 국회예산정책처, 「2018년 및 중기 경제전망」, 2017.9.28.
- 남정호·이윤정, 『연안 공공이익 침해 방지를 위한 공유수면 관리체제 개선 방안』, 한국해양수산개발원 기본연구, 2010.12.
- 법제처, 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」, 법률 제14532호, 제2조(정의).
- 법제처, 「골재채취법 시행령」 대통령령 제28846호, 제2조(정의).
- 법제처, 인천지방법해양수산청 관할 준설토투기장 관리지침(인천지방법해양수산청훈령 제22호), 2017.
- 법제처, 해양환경관리법(법률 제15012호), 골재채취법(법률 제15275호).
- 산업표준심의회, 『콘크리트용 골재 KS F 2527: 2016』, 2016.8.30.
- 앤티비 인터네셔널 내부자료, 「부산신항만 조성 관련 매립사 수입 계획」, 2018. 10.16.

- 손규희·유정규·이용우·윤병석·김동화·장원제·김현수·이호정·이영준·배진호, 『EEZ 바다모래 채취 제도개선 연구』, 해양수산부, 해양환경관리공단, 2017.10.
- 윤성순·김경신·장정인, 『바닷모래의 이용실태와 관리 개선방향』, 한국해양수산개발원 현안연구, 2017.9.
- 이성우, 「남북경협 활성화 대비 전라권 항만의 역할」, 해양항만활력추진단 워크숍, 2018.10.12.
- 이세현, 「순환골재 공급현황 가능성 및 물량」, 한국해양수산개발원 서면자문 보고서, 2018.
- 이호춘, 「바다모래 물동량 및 운송경로 현황」, 『월간 물류와 정책』, 한국해양수산개발원, 2009.12.
- 장정인·최희정·최석문, 『해양준조세 산정체계 개선방안』, KMI 기본연구, 2017. 12.
- 장학봉·Tomas Grigalunas·김태균·한경남, 「생물경제학적 모형을 활용한 해사 채취의 외부효과 추정」, 한국해양수산개발원, 2005.
- 정재완, 「공법 변경에 따른 모래 사용 감소」, 한국해양수산개발원 서면자문보고서, 2018.10.8.
- 정재완·고성훈, 「항만공사에서의 모래 사용량 및 비중」, 한국해양수산개발원 서면자문보고서, 2018.10.8.
- 조동오·장학봉, 『바다모래 수급실태 및 관리방안 연구』, KMI 기본연구, 2003.
- 최재선·황진희, 『모래 수입물류 효율화 방안』, KMI 기본연구, 2005.
- 최지연·장정인·정지호·박문진·임종서·남정호·신철오, 『연안환경 개선을 위한 경제수단 재정비 방안 연구』, 한국해양수산개발원, 2013.
- 한국건설경제산업학회, 「제5차(2014-2018) 골재수급기본계획 수립 연구」, 2014.
- 한국건설기술연구원, 『천연골재 대체재료 검토』, 2018.
- 한국건설산업연구원, 『바다모래의 단/장기 수급 안정 방안』, 2004.6.
- 한국경제조사연구원, 『서해안과 남해안의 EEZ 골재채취원가 조사』, 해양환경공단 내부자료, 2018.5.

한국수자원공사, 『환경생태유량 산정 및 확보방안 연구』, 2018.1.

한국개발연구원 공공투자센터, 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정 보완 연구(제5판)」, 2008.

한국해양수산개발원, 「바다모래 수급실태 및 관리방안 연구」, 2003.12.

한국해양수산개발원, 「바닷모래의 이용실태와 관리 개선방향」, 2017.

한국해운조합, 『바다모래 채취 운송 효율화 방안』, 2004.

한국해운조합, 『연안해운통계연보』, 2018.

해양수산부, 『제3차 전국무역항기본계획수정계획』, 2016.9.

해양수산부, 『해사채취의 친환경적 관리방안연구(I)』, 2005.3.

환경부, 『수생태계 훼손원인 분석 및 진단체계 구축 연구 II』, 2017.6.

환경부·국토교통부 보도자료, 「공공건설공사에 순환골재 등 의무사용 확대」, 2017.

해양수산부, 「가로림만의 환경가치 평가 연구」, 2007.

〈국외 문헌〉

ICES, WGEXT REPORT, 2008~2017.

Marius Dan Gavrilletea, “Environmental Impacts of Sand Exploitation Analysis of Sand Market”, *Sustainability*, Vol. 9, No. 1118, 2017.

노무라 종합연구소, 『화주업계의 상관행 및 상관습 물류효율화 대처방안 조사 보고서』, 2017.

일본 국토교통성 내부자료, 2014년.

일본 사단법인 골재협회 내부자료, 2017년.

일본 경제산업성 내부자료, 「2015년도 자갈채취업무상황보고서」, 2017a.

일본 경제산업성 내부자료, 「골재치환법에 의한 재생조골재콘크리트 조사보고서」, 2017b.

일본 경제산업성 제조산업국 소재산업과, 「종합골재수요표」, 2017.

Arrow, K., R. Solow, p. R. Portney, E. E. Leamer, R. Radner and H. Schuman, *Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation*, Washington D. C. : National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce, 1993.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, p. , van den Belt, M., *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, *Nature*, Vol 387, 1997. 253-260.

Krinsky, I. and A. L. Robb, "On Approximating the Statistical Properties of Elasticities", *Review of Economics and Statistics*, 68: 715-719, 1986.

Krström, B., "Spike models in contingent valuation". *American Journal of Agricultural Economics*, 79: 1013-1023, 1997.

Krutilla, John V., "Conservation Reconsidered." *American Economic Review* 57 (4): 777-86. 1967.

TEEB, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature*, 2010.

〈인터넷 자료〉

ChosunBiz, 「순환골재 쓰임새 커지지만...안전은 뒷전」, http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2018/07/06/2018070602052.html(검색일: 2018. 9. 20)

Business Korea, 「골재업계, 골재채취 중단 장기화에 고통 호소...부처간 조율 안돼」, <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=24263> (검색일: 2018. 8. 13)

Business Post, 「유진기업, 남북경협으로 북한산 바다모래 반입되면 큰 수혜」, <http://>

- 국가법령정보센터, 「해양환경관리법」, <http://www.law.go.kr/lsInfop.do?lsiSeq=191121#0000> (검색일: 2018. 4. 28)
- 국토교통 통계누리, 「건설자재현황_연도별 골재채취현황」, [https://www.agris.go.kr](http://stat.molit.go.kr/portal/cate/statView.do?hRsId=344&hFormId=5393&hSelectId=5393&hPoint=%5Bobject+HTMLInputElement%5D&hAppr=1&hDivEng=&oFileName=&rFileName=&midpath=&month_yn=N&sFormId=5393&sStart=2008&sEnd=2015&sStyleNum=1&EXPORT=(검색일: 2018. 5. 8)</p>
<p>국토교통부 골재자원정보관리시스템, <a href=) (검색일: 2018. 5. 10)
- 국회도서관 홈페이지, 「바다모래채취 제도개선 정책토론회(2017.2.22.) 중 김우수 교수 발표자료인 바다모래 채취제도의 문제점 및 개선방향」, <http://dlps.nanet.go.kr/SearchDetailView.do?cn=PAMP1000052144&sysid=nhn> (검색일: 2018. 2. 12)
- 굿모닝충청, 「충남 어민·수협·환경단체 “바다모래 채취 반대”」, <http://www.goodmorningcc.com/news/articleView.html?idxno=94084> (검색일: 2018. 7. 24)
- 노컷뉴스 홈페이지, 「수입모래 5만톤 실은 선박 입항 허용...모래 수입 물꼬 트나?」, <http://www.nocutnews.co.kr/news/4855899> (검색일: 2018. 2. 5)
- 두산백과, http://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?_method=view&M_AS_IDX=101013000902635 (검색일: 2018. 4. 28)
- 머니투데이, 「北 모래채취, ‘골재대란’ 해결할까...남북 경험 수혜도 ‘기대’」, <http://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2018042615400595987> (검색일: 2018. 4. 30)
- 머니투데이, 「남북 바닷길로 공동어로·북한모래 수입 등 기대감」, <http://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2018050213415639277> (검색일: 2018. 5. 9)
- 서울신문, 「北 남포·해주항 개발 때 나온 모래 南서 수입 가능」, <http://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20180928005002> (검색일: 2018. 9. 27)
- 세계일보, 「수협중앙회, “인천 바다를 지키자” 환경단체와 MOU 체결」, <http://www.segye.com/newsView/20180912004793> (검색일: 2018. 9. 12)

- 원주투데이, 「골재채취 주민 피해 심각」, <http://www.wonjutoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=31139>(검색일: 2018. 9. 30.)
- 월간퓨처에코, 「해저지형 바꾸는 해양골재채취」, <http://www.ecofuturenetwork.co.kr/news/articleView.html?idxno=13389>(검색일: 2018. 10. 2)
- 이그린 뉴스, 「환경파괴의 주범 “천연골재” 순환골재 사용 늘려야」, http://www.egreen-news.com/sub_read.html?uid=6399§ion=sc14§ion2=%C3%EB%C0%E7%C7%F6%C0%E5(검색일: 2018. 10. 2)
- 이데일리, 「‘훈풍 부는 한반도’, 시멘트·레미콘 등 건자재 ‘반색」, <http://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=02568246619179728&mediaCodeNo=257>(검색일: 2018. 4. 26)
- 인천뉴스, 「인천시, 옹진군 선감도 바다모래채취 ‘갈등」, <http://www.incheonnews.com/news/articleView.html?idxno=102282>(검색일: 2018. 2. 20)
- 중앙일보a, 「준설토는 폐기물이 아니라 미래자원이다」, <https://news.joins.com/article/21876117>(검색일: 2018. 9. 30)
- 중앙일보b, 「섬진강 유지유량 감소로 바다화 심각」, <https://news.joins.com/article/22696441>(검색일: 2018. 9. 30)
- 청와대 홈페이지 국민청원 및 제안, 「국가 골재대란을 막기위하여 수입하려는 모래를 법적근거도 없이 무조건 반대하는 부산항만공사의 횡포」, <http://www1.president.go.kr/petitions/16635>(검색일: 2018. 2. 5)
- 충청신문, 「바다골재협회, 광화문서 생존권 사수 결의대회 가져」, <http://www.dailyc.net/news/articleView.html?idxno=511113#07VO>(검색일: 2018. 9. 3)
- 한겨레, 「왜냐면」 모래톱을 살려야 녹조라떼 사라진다」, <http://www.hani.co.kr/arti/opinion/because/804102.html>(검색일: 2018. 9. 30)
- 한국경제신문, 「바닷모래가 사라진다」, <http://plus.hankyung.com/apps/newsinside.view?aid=2018010152641&category=AA021&sns=y>(검색일: 2018. 9. 30)
- 한국골재협회, 「골재정의-골재의 작용」, <http://www.aak.or.kr/action.do?a=GOAWork&c=1001>(검색일: 2018. 5. 9)

- 한국골재협회, 「골재의 분류」, <http://www.aak.or.kr>(검색일: 2018. 4. 28)
- 한국골재협회, 「골재의 규격 및 용도」, <http://www.aak.or.kr>(검색일: 2018. 4. 28)
- 한국골재협회, 「골재의 품질기준」, <http://www.aak.or.kr>(검색일: 2018. 4. 28)
- 한국레이콘공업협회, 「생산 출하 공정」, <http://www.krmcia.or.kr/sub03/06.php>
(검색일: 2018. 10. 2)
- 한국일보, 「깊은 바다서 모래 퍼내리고..모래운반선 불법개조 무더기 적발」, <http://www.hankookilbo.com/News/Read/201805141024218106>(검색일: 2018. 10. 2)
- 해양수산부, 통합 PORT-MIS, 「품목별 화물처리 실적」, <https://new.portmis.go.kr/portmis/websquare/websquare.jsp?w2xPath=/portmis/w2/main/index.xml&page=/portmis/w2/cm/sys/UI-PM-MT-001-021.xml&menuId=0045&menuCd=M4735&menuNm=전체메뉴>(검색일: 2018. 10. 1/2018. 10. 23)

〈인터뷰 자료〉

- N2P사 수입모래 전문가 전화 인터뷰 결과(2018. 10. 25, 부산).
- 건일엔지니어링 바다모래 전문가 인터뷰 결과(2018. 9. 28, 부산).
- 한국건설기술연구원 모래 전문가 인터뷰 결과(2018. 4. 6, 일산).

부록

부록 1. 설문조사지

ID				
----	--	--	--	--

바다모래 채취에 대한 국민의견 조사

안녕하십니까?

본 설문조사는 바다모래 채취에 대한 귀하 가구의 의견을 알고자 한국해양수산개발원이 수행하는 것입니다. 각 질문에 대해 옳거나 그른 답이 있는 것은 아니므로, 귀하 가구의 의견을 신중하고 편하게 말씀해 주시면 됩니다. 만약 이해가 되지 않는 부분이 있다면 주저하지 마시고 면접원에게 질문하여 주십시오.

귀하의 고견은 우리나라의 바다모래 관리 정책에 중요한 자료로 활용될 것입니다. 본 조사에서 밝혀주신 귀하의 의견은 통계법 제8조와 제9조에 의거하여 비밀이 철저히 보장되며 통계적 분석을 위해서만 사용될 것입니다. 귀하의 고견이 정책 수립에 반영될 수 있도록 진지하고 성실한 답변을 부탁드립니다.

감사드립니다.



2018년 10월
한국해양수산개발원

제시금액			
	Q1		Q2
1	800	1	1,500
2	1,000	2	2,000
3	1,500	3	3,000
4	2,500	4	5,000
5	4,000	5	7,000
6	6,000	6	9,000
7	8,000	7	10,000
8	9,000	8	11,000

▶ 면접조사자 유의사항 ◀

* 본 설문조사는 소속이 있는 가구의 만 20세 이상 65세 이하의 세대주 또는 세대주의 배우자만을 대상으로 하오니 해당되지 않으신 분은 설문을 하지 않아주십시오.

- 응답자에게 모든 응답 내용의 비밀이 보장될 것이며, 응답자의 이름이 응답내용과 연결되는 일이 절대 없을 것임을 확인시켜 주십시오.

- 면접조사가 시작된 시간을 반드시 기입해 주십시오.

- 응답거부, 모름, 무응답 등의 응답이 모든 질문에 대해 허용되지만, 이러한 선택지에 대해 미리 피면접자에게 읽어 주지는 마십시오.

- 설문지 맨 뒤에 있는 면접조사자에 의한 평가 부분을 기입해 주십시오.

- ☐ 지 역: 1. 서울 2. 부산 3. 대구 4. 인천 5. 광주 6. 대전 7. 울산 8. 경기
 9. 강원 10. 충북 11. 충남 12. 전북 13. 전남 14. 경북 15. 경남
☐ 성 별: 1. 남성 2. 여성
☐ 연 령: (만 세)
☐ 세대주 여부: 1. 세대주 2. 세대주의 배우자

Part A. 바다모래 이용에 관한 의견 조사

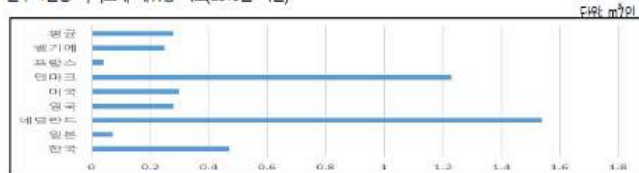
* 면접원은 다음의 내용을 주지시켜 주십시오.

우리나라의 바다모래 채취량은 연간 2,750만^{m³}이며, 골재 전체 사용량 중에서 바다모래 사용비중은 약 9.1%에 달합니다. [보기카드 A-1 제시]

바다모래는 주로 서해안 인천 앞바다 옹진군, 충남 태안군 등의 연안에서 채취되거나, 남해 EEZ(배타적 경제수역)와 서해 EEZ에서 주로 채취를 해왔습니다. [보기카드 A-2 제시]

- A1. 이 설문을 받기 전에 바다모래 채취에 대해 들어본 경험이 있습니까? ① 있다 ② 없다
- A2. [보기카드 A-2 제시] 지도에 표시된 해안의 바다모래 채취로 인한 영향이 가장 심각해 보이는 지역은 어디입니까?
① 서해안(인천 태안) ② 서해안(군산 인근 서해 EEZ) ③ 남해안
- A3. 바다모래 채취량 감축의 필요성에 대해서 어떻게 생각하십니까?
① 전혀 필요없음 ② 필요없음 ③ 보통 ④ 필요 ⑤ 매우필요

인구 1인당 바다모래 채취량 비교(2015년 기준)



- A4. 바다모래 채취에 의한 부정적인 영향에 대해서 얼마나 알고 계십니까?
① 잘 알고 있다 ② 알고 있다 ③ 보통이다 ④ 모른다 ⑤ 전혀 모른다.

(부정적인 영향 예시) Sustainability 연구에 따르면 바다모래 채취의 부정적인 영향은 1) 동식물의 서식지 상실(물고기 개체 수 변화, 잡초 증가, 동물 종 개체 수 변화, 농지방목지 축소), 2) 수질 악화 및 자연 조절 기능 상실(물 순환도 증가, 연안 침식 증가, 수질 오염수질 악화)에 따른 수자원 영향, 바다면 침몰 및 변형, 홍수 조절 실패 및 해류 변화, 3) 육지의 피해(해수욕장 소실 등)에 관한 장애, 구조 안전성 문제 발생, 4) 토양 질 저하 및 토양 침식 발생

- A5. 바다모래 현재 가격은 m3당 15,000원으로 저평가되어 있는데, 환경에 미치는 영향을 고려할 때 바다모래의 적정 가격 수준은 현재의 몇 배 수준이라고 생각하십니까?
① 현재 수준 ② 현재의 1.5배 ③ 현재의 2배 ④ 현재의 2.5배 ⑤ 현재의 3배 ⑥ 현재의 ()배
- A6. 바다모래는 복구 불가능한 자원으로 공공 용도로만 사용하기로 했으나 최근 모래 부족 현상에 따라 민간 사용량이 증가하고 있다. 특히 부산, 경남 지역에 공급된 바다모래의 94.5%가 민간에서 사용됩니다. 이에 바다모래의 민간 사용을 금지하는 것이 필요하다고 생각하십니까?
① 전혀 필요없음 ② 필요없음 ③ 보통 ④ 필요 ⑤ 매우필요
- A7. 선박이 항만에 들어오기 위해서는 항만의 일정한 수심을 유지해야 하므로 항만 바닥에 쌓이는 모래나 퇴적물을 파내주는 준설작업이 필요합니다. 준설작업에서 나온 준설토를 항만 건설할 때 사용하는 것이 필요하다고 생각하십니까?
① 전혀 필요없음 ② 필요없음 ③ 보통 ④ 필요 ⑤ 매우필요

A8. 산지골재 허가는 산지관리법에 따라 산림청이 하고 있다. 그러나 현재 바다모래 채취 허가 및 결정권은 국토교통부가 가지고 있습니다. 바다모래의 특수성을 감안할 때 해양수산부가 골재허가권을 가져 오는 것에 대해서 어떻게 생각하십니까?

① 전혀 필요없음 ② 필요없음 ③보통 ④필요 ⑤매우필요

A9. 우리나라는 바다모래 채취에 대한 환경영향, 어족자원 피해에 객관적인 자료가 부족하여 논쟁이 지속되고 있습니다. 향후 지속적이고 체계적인 바다모래 채취 영향 연구 및 채취량·방법에 대한 관리가 더 필요하다고 생각하십니까?

① 전혀 필요없음 ② 필요없음 ③보통 ④필요 ⑤매우필요

A10. 현재 골재자원정보관리시스템이 존재하지만 우리나라의 정확한 모래, 자갈 등 골재자원의 부존량, 채취 가능량, 순환골재 등 대체 골재, 4대강 사업에 따른 하천 모래량 등의 자료가 부족합니다. 이러한 상황에서 건설수요에 따라 골재수급 계획에서 골재원별(하천, 바다, 산림, 육상 골재) 모래 수급계획을 수립하고 있습니다. 우선 법적으로 골재자원의 통계 자료를 축적하는 것을 강제화하는 것이 필요하다고 생각하십니까?

① 전혀 필요없음 ② 필요없음 ③보통 ④필요 ⑤매우필요

A11. 건설 공법이 변경되면 모래 사용량을 줄일 수 있습니다. 이에 대한 기술개발이 필요하다고 생각하십니까?

① 전혀 필요없음 ② 필요없음 ③보통 ④필요 ⑤매우필요

A12. 순환골재는 기존 콘크리트 구조물 철거로 인해 발생하는 폐콘크리트를 파쇄 가공한 골재인데, 건물 노후화가 진행되고 있는 일본 등 선진국에서는 기술개발을 통하여 사용량을 점진적으로 늘려가고 있습니다. 하지만 우리나라는 순환골재가 가격 측면에서는 유리하지만 안전에 대한 우려 때문에 사용을 꺼려하고 있는 실정입니다. 순환골재 사용에 대해 어떻게 생각하십니까?

① 전혀 필요없음 ② 필요없음 ③보통 ④필요 ⑤매우필요

A13. 기술개발을 통하여 순환골재 사용이 구조적으로 안전하다는 것이 증명된다면 순환골재를 이용하여 건축된 건물에 거주할 의향이 있으십니까?

① 전혀 없음 ② 없음 ③보통 ④있음 ⑤매우있음

A14. 바다모래 채취 감축 및 효율적인 관리를 위해서 가장 필요한 조치는 무엇인지 한 개만 선택해주시시오.

① 바다모래 통계자료 확보 및 관리 ② 바다모래 채취 영향 연구 ③ 바다모래 관리권자를 국토교통부에서 해양수산부로 변경
④ 모래사용을 줄이기 위한 건설공법 개발 ⑤ 순환골재 등 대체자원 개발 및 활용 ⑥ 바다모래 채취의 부정적 영향 홍보
⑦ 기타 ()

A15. 바다모래 가격을 현실화하기 위해 부가해야 하는 비용으로 생각되는 것을 모두 선택하여 주십시오.

① 바다모래 채취에 따른 어족자원 피해 보상 비용 ② 자원 및 생태계 훼손에 대한 복구 비용 ③ 바다모래의 최소 가치
④ 미래 세대를 위한 모래 가치(여가, 휴양기능) ⑤ 바다모래 채취 영향 조사 비용 ⑥ 항만에서의 바다모래 세척/분류 등에 의한 대기오염 발생 비용 ⑦ 기타 ()

A16. 귀하께서는 바다모래가 하는 가장 중요한 역할이 무엇이라고 생각하십니까? 순위와 점수를 매겨주십시오.

(1순위가 100점일 때 2순위, 3순위의 상대적인 점수를 0-99점사이로 부여, 중요도가 같을 때는 동점을 부여)

역 할	순위	점수
① 연안의 재해조절 기능 : 해안선을 유지하고 거센 파도의 에너지를 분산시키는 자연방파제역할		
② 해저 생물과 어류의 산란서식처 기능		
③ 해안의 여가 및 휴양기능 : 모래해안은 해수욕을 즐길 수 있는 쾌적한 공간을 유지, 바닷가의 경관 형성		

Part B. 바다모래 채취량 감축 정책에 관한 의견 조사

※ 면접원은 다음의 내용을 주지시켜 주십시오.

본 조사에서는 귀하의 가구가 판단하시는 우리나라 바다모래 채취 감축 정책의 가치에 대해 여쭙고자 합니다.

연안에서 모래를 채취하면 모래량이 줄어들게 되어 인접한 해안의 모래사장이 침식(각임) 현상이 발생합니다. 모래사장이 침식되면 바다와 어우러진 모래사장의 아름다운 경관이 훼손될뿐 아니라, 바다로부터 해안으로 오는 거센 파도의 에너지로 분산시키는 모래사장의 자연방파제 기능도 저하됩니다. 모래채취과정에서 해저 광주변에서 모래를 퍼올릴때 발생하는 부유사가 수산자원의 산란처를 훼손하기도 합니다. 또한 EEZ의 해저면에 분포하는 모래는 연안의 모래처럼 육지의 산이나 강으로부터 흘러나와 지속적으로 공급된 것이 아닌 수천년전에 형성된 모래자원이기 때문에 한번 고갈되면 다시 만들어지기까지 수천년이 소요될 수 있습니다. 그만큼 모래자원의 희소성이 높다는 것입니다.

바다모래 채취로 인한 연안지역의 영향과 희소자원의 고갈이라는 우려속에 정부는 2017년 12월에 바다모래의 지속가능한 관리를 위한 대책을 마련했습니다. 현재, 2018년 바다모래 사용비중이 전체 골재의 9.1%인 것을 2022년까지 5% 비중으로 감축하겠다는 것입니다. 이 감축량은 약 900만㎥이며, 이는 1미터 높이의 토산을 쌓았을 때, 여의도 면적(8.4㎢)의 1.1배에 해당됩니다. 정부는 이 정책을 통하여 수산자원을 보호하고 해안의 모래사장을 유지하며, 나아가 희소한 모래자원을 지속가능하게 이용하고자 합니다. [보기카드 B-1제시]

바다모래 채취량 감축 정책의 시행을 위해서는 상당한 비용이 필요하며, 이 비용 중 일부는 세금으로 충당해야 합니다. 이 재원을 마련하기 위해서는 귀하 가구가 향후 5년 동안 매년 납부하는 가구 총 소득세의 추가적 인상이 필요할 것입니다. 그런데 만약 많은 사람들이 추가되는 소득세를 지불하지 않는다면 이 정책은 불가능할 수 있습니다. 반면 많은 사람들이 소득세의 추가적인 지불에 동의한다면 이 정책은 지속될 수 있습니다. 귀하 가구의 소득은 제한되어 있고 그 소득은 여러 용도(식비, 의복비, 주거비 등)로 지출되어야 한다는 사실과 정부가 해야 하는 정책은 바다모래 관리 사업 이외에도 많이 있음을 염두에 두시고 답해주시길 부탁드립니다.

(※ 면접원은 가구당 향후 5년 동안 매년 1회 부담한다는 사실을 반드시 주지시켜 주십시오)

관련 연구기관의 분석결과, 바다모래 채취 감축 정책을 수행하기 위해서 소요되는 비용은 향후 5년간 매년 가구당 (Q1)()원에서 (Q2)()원 사이라고 합니다.

[Q1, Q2를 제시받은 응답자의 절반에 해당하는 질문입니다]

- B1. 귀하의 가구는 바다모래 채취 감축 정책의 시행을 위해 향후 5년간 매년 1회 소득세를 통해 (Q1)()원을 추가적으로 지불할 의사가 있습니까? 만약 이 금액을 지불하지 않는다면 이 정책은 시행되기 어렵습니다.
① 있다 → [B2로 가십시오] ② 없다 → [B3으로 가십시오]

- B2. 그렇다면 귀하의 가구는 바다모래 채취 감축 정책의 시행을 위해 향후 5년간 매년 1회 소득세를 통해 (Q2)()원을 추가적으로 지불할 의사가 있습니까?
① 있다 → [B4로 가십시오] ② 없다 → [B4로 가십시오]

[Q1, Q2를 제시받은 응답자의 나머지 절반에 해당하는 질문입니다]

- B1. 귀하의 가구는 바다모래 채취 감축 정책의 시행을 위해 향후 5년간 매년 1회 소득세를 통해 (Q2)()원을 추가적으로 지불할 의사가 있습니까? 만약 이 금액을 지불하지 않는다면 이 정책은 시행되기 어렵습니다.
① 있다 → [B4로 가십시오] ② 없다 → [B2로 가십시오]

- B2. 그렇다면 귀하의 가구는 바다모래 채취 감축 정책의 시행을 위해 향후 5년간 매년 1회 소득세를 통해 (Q1)()원을 추가적으로 지불할 의사가 있습니까?
① 있다 → [B4로 가십시오] ② 없다 → [B3으로 가십시오]

- B3. 그렇다면 귀하의 가구는 바다모래 채취 감축 정책의 시행을 위해 향후 5년간 매년 1회 소득세를 통해 단 1원도 지불할 의

사가 없습니까?

① 조금은 지불할 의사가 있다 → [B4로 가십시오] ② 조금도 지불할 의사가 없다 → [B6으로 가십시오]

B4. 그렇다면 귀하의 가구가 바다모래 채취 감축 정책 시행을 위해 향후 5년간 매년 지불하시고자 하는 최대 금액은 얼마입니까?
(원) → [B5로 가십시오]

B5. 마지막 질문 추가

B6. 귀하의 가구가 단 1원도 추가적으로 지불하지 않으려는 가장 중요한 이유는 무엇입니까?

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| ① 이미 납부된 세금으로 충당되어야 한다. | ② 판단할 만한 충분한 정보가 주어지지 않았다. |
| ③ 이 문제는 우선순위를 둘 만큼 중요하지 않다 | ④ 정부가 이미 이 분야에 돈을 너무 많이 쓰고 있다. |
| ⑤ 이 사업은 우리 가구의 관심 대상이 아니다 | ⑥ 본 사업을 대체할 시설이 이미 충분하다. |
| ⑦ 우리 가족은 지불할 능력이 없다. | ⑧ 추가적인 세금이 명시된 사업을 위해 쓰이지 않을 것이다. |
| ⑨ 기타 () | |

사회경제적 사항에 관한 질문

* 다음의 정보는 비밀이 보장되며, 순수하게 연구 목적을 위해서만 사용됩니다. 해당사항에 √로 체크하시거나 값을 적어 주십시오.

1. 세대주 여부	2. 가족수	3. 해당가족수/본인 제외	4. 직업유형
① 그렇다 ② 아니다	총 _____명 중에서 소득이 있는 가족은 _____명	미취학아동 _____명, 초중고생 _____명 65세 이상 _____명, 배우자 _____명 대학생, 성인, 기타 _____명	① 농업/임업/축산업 ② 수산업 ③ 판매서비스직 ④ 일반사무직 ⑤ 생산기능직 ⑥ 기술직-엔지니어 ⑦ 전문관리직-외사, 변호사, 기업체간부, 교수 ⑧ 전업주부 ⑨ 무직 ⑩ 단순노무직 ⑪ 자영업 ⑫ 기타(구체적으로)

4-1. 직업 또는 업무상 해양과 관련성이 있다 ① 그렇다 ② 아니다

4-2. 직업 또는 업무상 환경보호 관리 등과 관련성이 있다 ① 그렇다 ② 아니다

4-3. 환경단체 가입 여부 ① 그렇다 ② 아니다

5. 실례지만 귀하의 최고 교육수준은 어떻게 되십니까? (교육년수를 아래 숫자에 ○표 해주십시오)

무학	초등학교						중학교			고등학교			대학교				대학원			
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

6. 작년 한 해 동안 귀하의 가구의 월 평균소득(세전 소득)은 얼마 정도입니까? ()만원

6-1. 만약 구체적인 액수를 말씀해 주시기 곤란하시면 아래에서 하나만 골라 주십시오.

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| ① 100만원 미만 | ⑥ 300만원 이상 400만원 미만 |
| ② 100만원 이상 150만원 미만 | ⑦ 400만원 이상 500만원 미만 |
| ③ 150만원 이상 200만원 미만 | ⑧ 500만원 이상 700만원 미만 |
| ④ 200만원 이상 250만원 미만 | ⑨ 700만원 이상 1,000만원 미만 |
| ⑤ 250만원 이상 300만원 미만 | ⑩ 1,000만원 이상 |

7. 작년 한 해 동안 귀하의 월 평균소득(세전 소득)은 얼마 정도입니까? ()만원

7-1. 만약 구체적인 액수를 말씀해 주시기 곤란하시면 아래에서 하나만 골라 주십시오.

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ① 50만원 미만 | ⑦ 300만원 이상 350만원 미만 |
| ② 50만원 이상 100만원 미만 | ⑧ 350만원 이상 400만원 미만 |
| ③ 100만원 이상 150만원 미만 | ⑨ 400만원 이상 450만원 미만 |
| ④ 150만원 이상 200만원 미만 | ⑩ 450만원 이상 500만원 미만 |
| ⑤ 200만원 이상 250만원 미만 | ⑪ 500만원 이상 |
| ⑥ 250만원 이상 300만원 미만 | |

8. 최근 3년 동안의 귀댁의 연 평균 국내 여행 지출비용은 얼마 정도입니까? ()만원

8-1. 만약 정확한 금액을 모르시면 아래에서 하나만 골라 주십시오.

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| (01) 연 10만원 미만 | (02) 연 10만원 이상 30만원 미만 |
| (03) 연 30만원 이상 50만원 미만 | (04) 연 50만원 이상 100만원 미만 |
| (05) 연 100만원 이상 200만원 미만 | (06) 연 300만원 이상 500만원 미만 |
| (07) 연 500만원 이상 700만원 미만 | (08) 연 700만원 이상 1000만원 미만 |
| (09) 연 1000만원 이상 1500만원 미만 | (10) 연 1500만원 이상 |

응답자 성명 : _____ 응답자 전화번호 : _____

응답자 주소: _____ 시/도 _____ 구/군 _____ 동/읍/면 _____

조사원 이름 : _____

- 설문에 응해주셔서 대단히 감사합니다. -

부록 2. EEZ 골재채취단지

배타적경제수역(EEZ) 내 골재채취단지 변경 내용은 「골재채취법」 제34조제3항, 제34조제5항 및 같은 법 시행령 제33조의3제6항에 따라 공지한다.

(1) 서해 EEZ 골재채취단지¹⁸³⁾

- 골재채취단지 명칭: 서해 배타적경제수역 골재채취단지
- 골재채취단지 관리자: 한국수자원공사
- 골재채취단지의 위치 및 면적: 전북 군산시 서방 90km 해역
- 8개 광구(1광구, 2광구, 3광구, 6광구, 7광구, 9광구, 가광구, 나광구), 총 21.09km²
- 부존량 및 채취가능량 : 부존량 167,072천m³, 채취가능량 126,565천m³
- 골재채취단지 지정기간: 2008년 1월 ~ 2018년 12월(11년간)

〈그림 부록 2-1〉 서해 EEZ단지 위치



자료: AGRIS(골재자원정보관리시스템), http://www.agris.go.kr/agris2/file/골재채취단지_지정_및_운영_현황.pdf, (검색: 2018.10.23.)

183) 국토교통부 고시 제2018-484호, 「서해 배타적경제수역 내 골재채취단지 변경 지정」, 2018.7.30.

(2) 남해 EEZ 골재채취단지¹⁸⁴⁾

- 골재채취단지 명칭: 남해 배타적경제수역 골재채취단지
- 골재채취단지 관리자: 한국수자원공사
- 골재채취단지의 위치 및 면적: 통영시 남방 70km 해역
- 4개광구(3H, 3I, 4E, 4G), 총 10.96km²
- 부존량 및 채취가능량 : 부존량 67,426천m³, 채취가능량 44,737천m³
- 골재채취단지 지정기간: 2008년 9월 ~ 2018년 2월 28일(9년 4개월 15일간)

〈그림 부록 2-2〉 남해 EEZ단지 위치



자료: AGRIS(골재자원정보관리시스템), http://www.agris.go.kr/agris2/file/골재채취단지_지정_및_운영_현황.pdf, (검색: 2018.10.23.)

184) 국토교통부 고시 제2017-128호, 「남해 배타적경제수역 내 골재채취단지 변경 지정」, 2017. 2.28.

부록 3. CVM 추정모형¹⁸⁵⁾

(1) 기본 모형

본 연구에서는 Hanemann이 제안한 효용격차모형(utility difference model)을 사용하여 양분선택형 조건부가치측정(DC-CV) 데이터로부터 Hicks적 후생가치를 이끌어 내고자 한다.¹⁸⁶⁾

응답자가 자신의 효용함수를 정확하게 알고, 주어진 화폐소득과 개인의 특성들에 근거하여 환경재의 수준 변화에 대해 느끼는 효용은 $v(j, y; s)$, y (소득), s (개인의 관찰 가능한 특성)들인 간접효용함수로 표현된다. 그러나 연구자에게는 응답자가 환경재 공급수준의 변화를 선택 또는 거부하는데 있어 관찰될 수 없는 부분이 존재하기 때문에 효용함수는 다음과 같이 확률적 성분을 갖게 된다.¹⁸⁷⁾

$$u(j, y; s) = v(j, y; s) + \epsilon_j, \quad j = 0, 1 \quad (1)$$

만약, 응답자가 “바다모래 채취 감축사업을 위해 B 금액을 지불할 의사가 있는가?”라는 질문에 대해 “예”라고 응답하는 경우, 효용함수는 $u(1, y - B; s) \geq u(0, y; s)$ 이다. 즉, 바다모래 감축 이전에 누렸던 효용보다 소득의 감소에도 불구하고 바다모래 감축으로 얻는 효용이 더 커짐을 의미한다. 이는 다시 $v(1, y - B; s) + \epsilon_1 \geq v(0, y; s) + \epsilon_0$ 로 나타낼 수 있고, 변형하면 식(2)와 같은 효용격차함수로 나타난다.

185) 분석 모형은 육근형 외, 「연안완충공간의 보전 및 관리에 관한 연구 : 해안림과 해안사구를 중심으로」, 2008, 한국해양수산개발원, pp. 290-295의 내용을 인용하였음

186) 육근형 외, 상계서

187) 육근형 외, 상계서

$$\Delta v = v(1, y - B; s) - v(0, y; s) \geq \epsilon_0 - \epsilon_1 = \eta \quad (2)$$

여기서, 1과 0은 각각 바다모래 감축이 시행된 상태와 시행되지 이전의 상태를 나타내며, η 는 $\epsilon_0 - \epsilon_1$ 이며 효용격차의 분포를 정형화하기 위한 확률변수(stochastic variable)이다. 각 응답자는 바다모래 감축을 통해 얻을 수 있는 간접효용의 증가분(Δv)이 양(+)이면 “예”라고 답하고 제시금액의 지불에 대해 동의하는 것으로 개인의 효용을 증가시킬 것이다. 따라서 응답자가 “예” 응답을 할 확률은 다음의 식(3)과 같다.

$$\Pr(Yes) = \Pr(\Delta v \geq \eta) = F_{\eta}(\Delta v) \quad (3)$$

여기서, $F_{\eta}(\cdot)$ 는 확률변수 η 의 누적분포함수이다. 그런데 응답자가 실제 지불의사질문에 “예”라는 답변을 했다면 확률변수인 지불의사액 C 에 대하여 $\Pr(Yes) = \Pr(B \leq C) = 1 - G_C(B)$ 가 성립한다. 따라서 η 의 누적분포함수는 다음의 식(4)와 같이 나타낼 수 있다. 여기서 $G_c(\cdot)$ 는 확률변수 C 의 누적분포함수이며, B 는 역시 제시된 금액(bid price)이다.

$$F_{\eta}(\Delta v) = 1 - G_C(B) \quad (4)$$

Hanemann(1984)에 의하면 이 같은 결과는 확률효용이론(Random Utility Theory)의 차원에서 효용극대화 응답으로 해석될 수 있다.¹⁸⁸⁾

188) 육근형 외, 상계서

(2) 단일경계 양분선택 모형

Bishop과 Heberlein(1979)에 의해 개발된 단일경계 양분선택형(single bound dichotomous choice) 조건부 가치측정 모형(SBDC-CV model) 방법은 자연자산의 보존과 관련하여 단 1회 제시된 금액(A)에 대하여 “예,” “아니오”의 응답을 요구한다. 각 응답자에게 $i = 1, \dots, N$ 의 사업시행에 대한 DC-CVM 질문을 던졌을 때, 응답결과는 “예” 혹은 “아니오”로 나타나고, 이 두 가지 반응은 다음과 같은 두 종류의 지시함수(indicator function)로 대표될 수 있다.¹⁸⁹⁾

$$I_i^Y = 1 \text{ (} i \text{번째 응답자의 대답이 “예”인 경우)}$$

$$I_i^N = 1 \text{ (} i \text{번째 응답자의 대답이 “아니오”인 경우)}$$

여기서, $1(\cdot)$ 은 괄호안의 조건이 충족되면 1의 값을 취하고, 충족되지 못하면 0의 값을 갖는 성질을 갖고 있다. 즉, I_i^Y 는 i 번째 응답자의 응답이 “예”이면 1이고, “아니오”이면 0의 값을 취한다.¹⁹⁰⁾

효용극대화를 추구하는 응답자 N 명의 표본을 가정할 경우 i 번째 응답자가 제시금액(A_i)에 “예”라고 응답할 때와 i 번째 응답자가 제시금액(A_i)에 “아니오”라고 응답할 때로 구별하면, 로그-우도함수는 식 (5)와 같은 형태로 나타낼 수 있다.¹⁹¹⁾

$$\ln L = \sum_{i=1}^N [I_i^Y \ln(1 - G_C(A_i)) + I_i^N \ln G_C(A_i)] \quad (5)$$

189) 육근형 외, 상계서

190) 육근형 외, 상계서

191) 육근형 외, 상계서

만약, Δv 는 A 에 대해 선형함수($\Delta v = a - bA$)이고, 선행 연구들의 사례에 따라 $G_C(A_i)$ 가 로지스틱 분포를 따른다면, 다음의 식(6)과 같은 SBDC 모형의 로그-우도함수를 얻을 수 있다.¹⁹²⁾

$$\ln L = \sum_{i=1}^N [I_i^Y \ln \frac{1}{1 + \exp[-(a - bA_i)]} + I_i^N \ln \frac{1}{1 + \exp(a - bA_i)}] \quad (6)$$

Hanemann(1984)에 의하면, 바다모래 채취 감축사업에 대한 WTP가 0보다 크거나 같다고 가정할 경우, 평균 WTP는 다음의 식(7)과 같이 계산되며 이를 절단된 평균 WTP(truncated mean WTP ; C^{++})라고 한다.¹⁹³⁾

$$C^{++} = \frac{1}{b} \ln[1 + \exp(a)] \quad (7)$$

한편, 일부 응답자들이 사업시행을 통해 바다모래 채취수준을 현재보다 감축하는 것 보다 채취수준을 현재보다 더 높일 것이 더욱 바람직하다고 생각한다면 응답자들의 WTP는 영(零)보다 작을 수 있으며, 이는 사업시행에 대해 도리어 보상받아야 한다고 생각할 것이다. 이러한 측면을 고려하여, Hanemann(1989)은 응답자의 WTP가 음(-)의 값을 포함하는 모든 실수 영역에 존재하도록 하는 대안적인 평균 WTP(mean WTP : C^+)를 제안하였으며, 아래 식 (8)과 같다.¹⁹⁴⁾

$$C^+ = a/b \quad (8)$$

192) 육근형 외, 상계서

193) 보다 자세한 도출과정은 Hanemann(1984, 1989)을 참고하기 바람.

194) 육근형 외, 상계서

(3) 이중경계 양분선택 모형

이중경계 모형은 첫 번째 제시금액에 대한 응답 후에 제시금액을 달리하여 지불의사를 다시 묻는 후속질문(follow-up question) 방식을 취한다. 후속질문 제시금액은 첫 번째 질문의 응답에 따라 달라진다. 예를 들면, 응답자가 첫 번째 제시금액에 대한 지불의사 질문에 대해 “예”라고 답하면, 후속질문에서는 첫 번째 제시금액보다 높은 수준의 금액을 제시한다. 반대로, 첫 번째 지불의사 질문에서 응답자가 “아니오”라고 답하면, 후속질문에서는 첫 번째 제시금액보다 낮은 수준의 금액을 제시한다.¹⁹⁵⁾

이중경계 모형은 통계적인 효율성 때문에 현재까지 다수의 CVM 연구에서 자주 적용되어왔다. 그러나 이와 동시에, 이 접근법을 적용할 경우, 첫 번째 제시가격에 대한 응답과 두 번째 제시가격에 대한 응답사이의 일관성을 확보하지 못하는 경우가 있을 수 있다는 반론이 제기되어왔다.¹⁹⁶⁾ 특히 두 번째 제시금액이 첫 번째 제시금액보다 낮은 경우, 응답의 비일관성(inconsistent) 문제가 발생한다. Carson et al.(1992)은 이러한 현상을 ‘비용에 대한 기대치’(cost expectation)에 근거하여 설명했다. 예를 들면, 첫 번째 제시금액에서 “예”라고 답한 사람은 보다 높은 두 번째 제시금액을 ‘가격 상승’으로 간주하여 이에 대해 “아니오”라고 응답할 수 있다.¹⁹⁷⁾ 또한 첫 번째 제시금액에 대해 “아니오”라고 답한 응답자에게 보다 낮은 수준의 두 번째 금액이 제시되었을 때, 응답자는 ‘가격이 낮아지는 대신 혹시 처음보다 더 열등한 재화가 제공되는 것이 아닌가?’라는 의구심을 품게 되어 “아니오”라는 응답을 할 수 있다.¹⁹⁸⁾

195) 육근형 외, 상계서

196) 육근형 외, 상계서

197) 육근형 외, 상계서

(4) 1.5경계 양분선택 모형

Cooper et al.,(2002)은 기존 이중경계 양분선택모형의 취약점을 개선하기 위해 대안적인 질문방식으로 1.5경계 양분선택 모형을 제시했다. 바다모래 채취 감축사업에 대한 i 번째 응답자의 응답결과는 우선 첫 번째 질문에 하한 제시금액 A^l 가 제시된 경우와 첫 번째 질문에 하한 제시금액 A^u 가 제시된 경우로 나눌 수 있다. 첫 번째 질문에 하한 제시금액 A^l 가 제시된 경우 응답자는 (1) '예-예', (2) '예-아니오', (3) '아니오'라고 응답할 수 있으며, 첫 번째 질문에 상한 제시금액 A^u 가 제시될 경우 응답자는 (1) '예', (2) '아니오-예', (3) '아니오-아니오'라고 응답할 수 있다.

하한 제시금액(A^l)에 대해 '아니오'라고 대답할 확률을 $G_C(A^l)$, 상한 제시금액(A^u)에 대해 '아니오'라고 대답할 확률을 $G_C(A^u)$ 라 가정하면, 로그-우도함수는 다음과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} \ln L = & \sum_{i=1}^N (I_i^{YY} \ln [1 - G_C(A_i^u)] + I_i^{YN} \ln [G_C(A^u) - G_C(A_i^l)] \\ & + I_i^N \ln G_C(A_i^l) + I_i^Y \ln [1 - G_C(A_i^u)] \\ & + I_i^{NY} \ln [G_C(A^u) - G_C(A_i^l)] + I_i^{NN} \ln G_C(A_i^l)) \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{cases} I_i^{YY} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 '예-예'}) \\ I_i^{YN} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 '예-아니오'}) \\ I_i^N = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 '아니오'}) \\ I_i^Y = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 '예'}) \\ I_i^{NY} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 '아니오-예'}) \\ I_i^{NN} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 '아니오-아니오'}) \end{cases} \quad (10)$$

여기서 $1(\cdot)$ 는 지시함수(indicator function)이다. 즉, $1(\cdot)$ 의 괄호 안에 조건이 만족되면 1을 취하고, 아니면 0을 취한다.

이제 $G_C(\cdot)$ 를 선행 연구들의 관례를 따라 로지스틱분포를 가정하면 $G_C(A) = [1 + \exp(a - bA)]^{-1}$ 로 정형화할 수 있다. 평균 WTP와 절단된 평균 WTP는 식(7), 식(8)과 동일하다.

(4) 1.5경계 스파이크 모형

스�파이크 모형은 애초 단일경계 자료에 맞추어 개발되었기 때문에 1.5경계 모형에 맞도록 정형화 작업이 필요하다. 식 (9)의 마지막 부분에 있는 “아니오-아니오”와 “아니오” 응답은 0의 WTP와 하한 제시 금액 A^l 보다 작은 양의 WTP로 구분되므로, I_i^N 과 I_i^{NN} 은 다시 I_i^{NY} 와 I_i^{NN} , I_i^{NNY} 와 I_i^{NNN} 로 세분화된다.

$$\begin{cases} I_i^{NY} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-예”}) \\ I_i^{NN} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-아니오”}) \end{cases} \quad (11)$$

$$\begin{cases} I_i^{NNY} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-아니오-예”}) \\ I_i^{NNN} = 1(i\text{번째 응답자의 응답이 “아니오-아니오-아니오”}) \end{cases}$$

앞에서와 마찬가지로, WTP의 누적분포함수를 $G_C(\cdot; \theta)$ 라 하고 이를 로지스틱(logistic) 함수로 가정하여 스파이크 모형을 구성하면 평균값 WTP를 추정할 수 있다. 스파이크 모형에 있어서, $\theta = (a, b)$ 일 때 WTP의 누적분포함수는 식 (12)와 같이 정의된다.

$$G_C(A; \theta) = \begin{cases} [1 + \exp(a - bA)]^{-1} & \text{if } A > 0 \\ [1 + \exp(a)]^{-1} & \text{if } A = 0 \\ 0 & \text{if } A < 0 \end{cases} \quad (12)$$

이 모형에 대한 로그우도함수(log-likelihood function)는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \ln L = & \sum_{i=1}^N (I_i^{YY} \ln[1 - G_C(A_i^u)] + I_i^{YN} \ln[G_C(A^u) - G_C(A_i^l)] \\ & + I_i^{NY} \ln[G_C(A_i^L; \theta) - G_C(0; \theta)] + I_i^{NN} \ln[G_C(0; \theta)] \} \\ & + I_i^Y \ln[1 - G_C(A_i^u)] + I_i^{NY} \ln[G_C(A^u) - G_C(A_i^l)] \\ & + I_i^{NNY} \ln[G_C(A_i^L; \theta) - G_C(0; \theta)] + I_i^{NNN} \ln[G_C(0; \theta)] \} \end{aligned} \quad (13)$$

이 때 스파이크는 $1/\ln[1 + \exp(a)]$ 로 정의되며 표본에서 영의 WTP를 갖는 응답자의 비중을 의미한다. 한편 평균값 WTP는 다음과 같이 추정된다.

$$\overline{WTP} = (1/b) \ln[1 + \exp(a)] \quad (14)$$

〈부록 참고문헌〉

- Bishop, R.C. and Heberlein, T.A., "Measuring values of extramarket goods: Are indirect measures biased?", *American Journal of Agricultural Economics*, 61: 926-930, 1979.
- Carson, Richard T., and Robert Cameron Mitchell. "Sequencing and Nesting in Contingent Valuation Surveys", *Journal of environmental Economics and Management*, 28, 155-173. 1995.
- Cooper, J. C., Hanemann, M., and G. Signorello, "One and one-half bound dichotomous choice contingent valuation", *Review of Economics and Statistics*, 84: 742-750, 2002.
- Hanemann, W. M., "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses", *American Journal of Agricultural Economics*, 60: 332-341, 1984.
- Hanemann, W.M., "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses: Reply", *American Journal of Agricultural Economics*, 71: 1057-1061, 1984.
- Hanemann, W.M., Loomis, J.B. and Kaninnen, B.J., "Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation", *American Journal of Agricultural Economics*, 73: 1255-1263, 1991.
- 국토교통부 고시 제2017-128호, 「남해 배타적경제수역 내 골재채취단지 변경 지정」, 2017.2.28.
- 국토교통부 고시 제2018-484호, 「서해 배타적경제수역 내 골재채취단지 변경 지정」, 2018.7.30.
- 육근형, 최희정, 정지호, 장정인, 「연안완충공간의 보전 및 관리에 관한 연구 : 해안림과 해안사구를 중심으로」, 2008, 한국해양수산개발원
- AGRIS(골재자원정보관리시스템), http://www.agris.go.kr/agris2/file/골재채취단지_지정_및_운영_현황.pdf, (검색: 2018.10.23.)

기본연구보고서 발간목록

2018년

01	해양환경영향평가제도의 실효성 확보를 위한 개선 연구	박수진
02	공유수면매립 정책의 개선과 전환에 관한 연구	윤성순
03	도서지역 해양관광 발전전략 연구 - 관광행태 분석을 통한 수요 대응을 중심으로 -	홍장원
04	양식장 해양쓰레기 자원순환 방안 연구	김경신
05	수산업 전망모형 「KMI-FOSIM」 구축연구 - 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -	이현동
06	수산업 주요 연관산업의 글로벌 경쟁력에 관한 연구	임경희
07	인구소멸 시대의 어촌사회 정책 연구	박상우
08	국내 가두리 양식장 어장환경개선 방안	마창모
09	어업여건 변화에 대응한 연근해 어업의 허가제도 개선 방안	엄선희
10	과학적 해양사고조사체계 도입 및 구축기반 연구	박한선
11	컨테이너 해상물동량 예측 모형 구축방안 연구	고병욱
12	해운기업의 경영성과에 미치는 영향분석 연구	황진희
13	건설용 모래 공급사슬관리(SCM) 방안 - 바다모래 가치 재산정을 중심으로 -	이연경
14	항만산업 종합통계 연구	하태영
15	항만 위험물 컨테이너 공급사슬 관리방안 연구	최나영환
16	국내 컨테이너항만의 비용 함수 추정 및 효율성 연구	최석우
17	신규 해사산업 진흥을 위한 법제도 개선방안	박한선
18	환동해권 물류 및 지역개발 기업진출 사례 분석 및 추진전략	이기열

2017년

01	미래 수산업·어촌 발전을 위한 정책방향 연구	김대영
02	연안침식 대응정책의 개선방안 연구	윤성순
03	해양준조세 산정체계 개선방안	장정인
04	해역의 효과적 관리를 위한 도서 활용 방안 연구	최지연
05	반려동물산업 성장에 따른 수산분야 펫푸드 산업 활성화 방안	장홍석

06	강마을 지역경제 활성화를 위한 전략	박상우
07	Post-2020 국제기후변화 규범체계에 대응한 해양정책 개선방안 연구	박수진
08	한국 수산식품 세계화 전략 수립 연구 -수산물 수출을 중심으로-	임경희
09	양식산업 재난 위기관리에 관한 연구	마창모
10	해운기업의 선박투자 형태 분석과 대응방안	김태일
11	IMO 지속발전 전략계획(SP) 대응방안 연구	박한선
12	컨테이너 해운산업 구조개선을 통한 경쟁력 제고 방안 연구	고병욱
13	동북아 전자상거래 해상운송 전환수요 분석	이기열
14	컨테이너 해운기업의 환적 패턴 분석과 항만의 대응방안	김은수
15	현장수요기반 IoT/빅데이터 항만하역 안전시스템 구축방안 연구	전형모
16	지진에 대비한 항만기능 유지의 필요성과 추진방안	김우선

수시연구보고서 발간목록

2018년

01	선화주 상생발전을 위한 해운산업투자 확대방안 연구	윤재웅
02	새로운 어선등록제 도입을 위한 제도 개선방안 연구	엄선희
03	낙시관리 실행력 제고 방안 연구	이정삼
04	해양생태도의 정책 활용도 제고방안 연구	박수진
05	국내 항만 대기오염물질 배출 저감조치의 운영실태 조사 및 개선방안연구	안용성
06	농축산물 등의 관세행정 제도개선을 통한 항만배후단지내 FTZ활성화 방안연구	조지성
07	최저임금상승이 항만연관산업에 미치는 영향 및 대응방안	이기열
08	수산업·어촌분야 공익적 가치 평가체계 수립 및 사회적 경제 도입방안 연구	류정곤

2017년

01	파나마운하 확장에 따른 해운물류환경변화와 정책대응 방안	박용안
02	해양문화정책 방향에 관한 연구	홍장원
03	4차 산업혁명과 해운산업 정책방향	황진희
04	제주도 항만거버넌스 개선방안 연구	김근섭

05	수산물 산지경매사 직무 및 시험체계 개발	장홍석
06	한·중·일 신선물류산업 활성화 방안	장홍석
07	연안항 지정기준 개선방안 연구	김근섭
08	지속가능한 갯벌어업을 위한 로드맵 마련 연구 -갯벌어업 패류양식을 중심으로 -	마창모
09	해양수산 공공부문 인재육성 정책 방향	홍현표

현안연구보고서 발간목록

2018년

01	미안마 국립수산대학 설립 추진 방안 연구	정명화
02	연안여객 해상교통의 대중교통체계 구축 방안 연구	김태일
03	해조류 국제양식규범확산에 따른 국내 김산업 수용태세 분석 -ASC인증을 중심으로-	이상철
04	청년일자리 창출을 위한 해양수산 인력양성 방안 연구 -국제물류 청년인력을 중심으로 -	박광서
05	컨테이너 화물 해상운송계약 개선방안 연구	윤재웅
06	청년 물류인력 해외진출 정주 지원사업 구상 연구	김은수
07	자율운항선박 도입 관련 대응정책 방향 연구	박혜리
08	연안토지매입 동향과 도입 가능성 검토	윤성순
09	강릉선 KTX 개통에 따른 해양관광 수용태세 개선방안 연구	최일선
10	선박관리산업 육성을 통한 청년 일자리 창출 방안 연구	최영석
11	시민 참여형 연안·해양정보 생산·활용방안	정지호
12	부산항 배후지 부가가치활동 확대를 통한 일자리 창출 연구	하태영
13	해양바이오 산업화를 위한 국가연구개발사업 추진 방향 연구	한기원
14	근로시간 단축제도 시행에 따른 해양수산업 고용영향 분석	장정인
15	어린물고기 남획실태 및 보호정책 연구	이정삼
16	남북관계 개선에 따른 항만물류 부문의 협력사업 발굴	이기열
17	한국 제조기업의 SCM 역량 강화 방안에 관한 연구	신수용
18	제3자 물류산업 발전방향 연구-대기업 물류자회사의 역할을 중심으로	고병욱
19	신남방정책 이행을 위한 한-베트남 수산식품·가공분야 개발협력 방안 연구	정명화

2017년

01	우리나라 해운금융의 한계 및 발전방향	전형진
02	한투발루 협력 증진을 위한 참다랑어 외해양식 투자의 타당성 분석	마창모
03	AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구	이연경
04	해외 진출 무역업체의 한국인 포워더 수요 추정 연구	신수용
05	선박교통관제(VTS) 운영효율화 방안 연구	박한선
06	부산 영도구·중구 도시재생사업 추진방안 -한진중공업·자갈치시장 사례 중심-	최나영환
07	수산시장의 소비자 신뢰 제고를 위한 정책 지원방안 연구	이현동
08	산업정책적 관점에서의 주요국 해운정책 분석 및 정책방향 연구	고병욱
09	연안형 도시재생 기본구상 -부산 원도심 및 영도지역 사례 분석-	최지연
10	갯벌 복원 수요 확대에 따른 복원 표준모형 개발 방향	육근형
11	항만보안 관리체계 효율화 방안 연구	김찬호
12	전자상거래 기반 상업항 개발전략	최상희
13	항만 내 여항구 개발과 관리제도 개선방안에 관한 연구	한광석
14	해운 얼라이언스 개편과 부산항 신항 환적 운영 개선 방향 연구	김은수
15	PA관할 항만 항계 확장에 따른 어업피해보상비 분담기준 마련	김근섭
16	페루 수산시장 현황 및 진출방안	정명화
17	러·일 간 남쿠릴 열도 분쟁의 최근 동향	현대송
18	부산항 신항 혼합형 전용터미널(Hybrid liner terminal) 시스템 도입방안 연구	김근섭
19	해양경비 여건 분석과 역량 강화 방안	윤성순
20	바닷모래의 이용실태와 관리 개선방향	윤성순
21	우리나라 구조조정 정책사례 및 시사점 -한진해운을 중심으로-	황진희
22	한국 컨테이너선대 육성의 필요성	김태일
23	어촌지역 고용지표 통계생산을 위한 기초연구	한광석
24	우리나라 항만산업 고용통계 조사 연구	하태영
25	뉴질랜드·노르웨이의 양식 수산물 수출 전략	임경희
26	빅데이터 적용 해운항만산업 연구분석 우선순위 연구	최종희
27	해양수산 생명자원정책의 개선방향에 관한 연구	박수진
28	미·중 수산물 수출 비관세장벽 동향 및 대응 방안	임경희
29	도시-어촌 상생협력 인식도 조사	이상철

30	크루즈산업의 일자리 창출 규모와 정책과제	황진희
31	내항여객운송사업 운영체계 개선방안	김태일
32	우리나라의 배출규제해역(ECA) 도입 방안 연구	이기열
33	친환경에너지 정책 추진강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대방안	심기섭
34	해양수산 일자리 창출분야 및 고용효과 분석	박광서
35	선박에 의한 대기오염물질 배출량 산정체계 개선 방안	안용성
36	해양휴양복지 활성화 정책방안 연구	홍장원
37	G20 해양쓰레기 실행계획의 국내 이행 방안	김경신
38	물류기업 해외진출 지원사업 평가 및 실효성 제고 방안	신수용
39	2018 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
40	도시청년 일자리 창출을 위한 도시형 어촌 개발 콘텐츠 발굴 연구	박상우
41	4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구	이연경
42	원양어선 승무 선원의 스트레스 분석에 관한 연구	이승우
43	일자리 창출을 위한 우리나라 항만 경제특구 발전 방향	박성준
44	해양주권 강화를 위한 무인도서 기초정보 개선 연구	정지호
45	세계경영을 위한 해외 터미널 및 물류시설 투자방안	박주동
46	연안 소규모 하·폐수 처리시설의 관리 문제점 및 개선방향	장원근
47	거대선사의 시장지배력 확대에 대한 국적선사의 대응 방향	전형진
48	해양법 관련 최근 판례 및 동향 분석 - 남중국해 분쟁 등 해양법 판례 중심 -	최지현
49	화주 관점의 항만배후단지 역할 제고 방향	김은수

일반연구보고서 발간목록

2018년

01	전라남도 작은 SOC사업 활성화 방안 - 소규모 항·포구 개선사업 -	김근섭
02	2019 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
03	러시아 ARCTIC LNG-2 사업 참여 방안 연구	김민수
04	물류기술 R&D 추진동향 분석 연구	강무홍

05	우리나라 기업의 일대일로 물류분야 협력방안 연구	김형근
06	북한 동해 해양관광 활성화 방안	윤인주
07	해양수산 분야 북극권 4차 산업기술 수요조사 및 분석연구	김민수
08	경상북도 논 생태양식 육성 방안	이상철
09	남북관계 변화에 따른 해운협력 기반 구축 방안	황진희

건설용 모래 공급사슬관리(SCM) 방안
- 바다모래 가치 재산정을 중심으로

인 쇄 | 2018년 12월 29일 인쇄

발 행 | 2018년 12월 31일 발행

발 행 인 | 양 창 호

발 행 처 | 한국해양수산개발원

49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연 락 처 | 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등 록 | 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 | 크리커뮤니케이션 (02-2273-1775)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel : 394-0337
정가 15,000원