

델파이 기법을 활용한 적정 산지복구비 산출체계의 개발

구기운¹ · 권형근² · 이상인³ · 권세명³ · 서정일^{1,3*}

¹공주대학교 산림과학과, ²한국농수산대학 산림학과, ³공주대학교 생태복원연구소

Development of an Appropriate Deposit-Estimation System for Restoration of Land-Use-Changed Forest Lands Using the Delphi Technique

Kiwoon Koo¹, Hyeongkeun Kweon², Sang In Lee³,
Semyung Kwon³ and Jung Il Seo^{1,3*}

¹Department of Forest Science, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

²Department of Forestry, Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea

³Institute of Ecological Restoration, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

요약: 이 연구에서는 산지관리법에서 규정하고 있는 복구비 산출체계의 문제점과 그 개선방안을 파악하고, 이에 근거한 산지복구 표준모델을 개발하여 최적 복구비 산출체계를 도출하고자 전문가 그룹을 대상으로 델파이조사를 실시하였다. 그 결과, 현행 복구비 산출체계의 문제점으로 ‘토지이용 유형의 부적절’, ‘산지경사 등급의 부적절’, ‘산지복구 기준공종의 불충분’이 채택되었다. 이러한 문제점의 개선방안으로 토지이용 유형을 ① 산지전용허가·신고지 및 산지일시사용허가지, ② 산지일시사용신고지, ③ 토석채취(매각)·광물채굴허가지, ④ 토사채취허가지로 재편성하는 것, 산지경사 등급을 ① $\theta < 10^\circ$, ② $10^\circ \leq \theta < 15^\circ$, ③ $15^\circ \leq \theta < 20^\circ$, ④ $20^\circ \leq \theta < 25^\circ$, ⑤ $25^\circ \leq \theta < 30^\circ$, ⑥ $\theta \geq 30^\circ$ 으로 세분화하는 것, 기존 17개 기준공종 중 3개 공종이 제외되고 15개 공종이 추가된 22개 기준공종 및 7개 추가공종으로 재편성하는 것이 합의되었다. 이상의 결과에 준하여 개발한 24개 표준모델을 토대로 산출한 복구비는 34,185~607,403천원 범위로 나타났으며, 여기에 추가공종, 할증 또는 할인, 감리비가 적용되면 토석채취(매각)·광물채굴허가지에서 최대 668,143천원에 이르는 것으로 나타났다. 이러한 표준모델에 의한 복구비 분포에 대해서도 전문가들의 의견은 높은 수준에서 합의가 이루어졌다. 이상의 연구결과 는 대집행 복구사업의 원활한 수행을 위해 예치되는 복구비의 적정성을 확보하는 데에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

Abstract: We determined the current problem of the restoration deposit-estimation system, stipulated by the Mountainous Districts Management Act, using the Delphi technique. Consequently, we proposed a standard model for forest land restoration to derive a reasonable deposit-estimation system. With the result of the Delphi survey, the inappropriateness of land-use type and slope gradient classifications was shown; the insufficiency of standard works was a significant problem in the current system. A way to solve these problems was devised, to reorganize the current land-use type into the subject of the site. The specific subjects included the following: (i) to permit or report forest land-use change and temporary use of forest land, (ii) to report temporary use of forest land, (iii) to permit stone collection or sale for mineral mining, and (iv) to allow sediment collection. The current slope gradient subdivision into (a) $\theta < 10^\circ$, (b) $10^\circ \leq \theta < 15^\circ$, (c) $15^\circ \leq \theta < 20^\circ$, (d) $20^\circ \leq \theta < 25^\circ$, (e) $25^\circ \leq \theta < 30^\circ$, and (f) $\theta \geq 30^\circ$ and the reorganization of 17 standard works into 22 standard works were deemed as solutions, along with seven additional works. We developed 24 standard models for the forest land restoration project based on the aforementioned results. The deposits estimated by these models ranged from 34,185,000 (Korean) won to 607,403,000 won. If additional works, premiums, discounts, and supervision fees are added to the models, the deposit increases to an estimated 668,143,000 won subject to permission for stone collection or sale and mineral mining. Experts agree on the distribution of the restoration deposits estimated by these models at a high level in the Delphi survey. Our findings are expected to contribute to securing the appropriateness of the restoration cost deposited for the smooth performance of the vicariously executed restoration project.

Key words: Mountainous Districts Management Act, land-use type, slope gradient, standard work, vicarious execution restoration project

* Corresponding author
E-mail: jungil.seo@kongju.ac.kr

ORCID
Jung Il Seo  <https://orcid.org/0000-0002-5494-2306>

서론

우리나라는 국토의 약 63%가 산림으로, 국가의 산업발전과 토지이용에 있어서 산림의 개발이 필연적으로 요구되고 있는 실정이다. 그러나 최근 자연환경과 경관보호에 대한 국민적 공감대와 의식수준이 높아짐에 따라 이러한 산지개발에 대한 인식이 더욱 부정적으로 변화하고 있으며, 산지개발에 동반되는 산림훼손지에 대한 복구도 보다 강력히 요구되고 있다(KFS, 2000).

이와 같은 산지개발은 「산지관리법」에 따라 ‘산지전용허가’, ‘산지전용신고’, ‘산지일시사용허가·신고’, ‘토석채취허가 등’의 4가지의 형태로 이루어지고 있다. 이 산지개발의 수허가자는 「산지관리법」 제39조(산지전용지 등의 복구)에 의거하여 목적 사업을 완료한 후 대상지에 대한 복구의 의무를 갖는다. 그러나 매년 2만 건 이상의 산지개발이 이루어지고 있고, 그 중에는 파산, 부도 등의 이유로 개발이 중단되는 경우가 종종 보고되고 있으며, 결국 수허가자에 의한 산지복구는 기대할 수 없게 된다. 이러한 경우를 대비하여 산림청은 「산지관리법」 제38조(복구비의 예치 등)에 근거하여 훼손된 산지의 원활한 복구를 위한 복구비를 수허가자가 사전에 예치하도록 규정하고 있으며, 허가권자는 이 예치금을 이용하여 개발이 중단된 산지의 복구사업을 대신 집행하고 있다.

예치되는 복구비는 ‘1만²당 복구비 산정기준 금액’에 따라 산정되며, 크게 ‘산지전용(일시사용)허가·신고지(광물채굴지 제외)’와 ‘토석채취(매각)지 및 광물채굴지’의 2가지 유형으로 구분되어 적용하고 있다. 이때 고시되는 복구비는 지난 2000년에 산림청에 의해 고시된 금액으로 매년 물가상승률에 따라 상향되고 있으며, 네 가지 산지경사 등급($\theta < 10^\circ$, $10^\circ \leq \theta < 20^\circ$, $20^\circ \leq \theta < 30^\circ$, $\theta \geq 30^\circ$)에 의해 산정되고 있다. 2019년 기준 최대 ‘산지전용(일시사용)허가·신고지(광물채굴지 제외)’는 304,794천원, ‘토석채취(매각)지 및 광물채굴지’는 493,262천원의 예치금을 적용하고 있다(Koo et al., 2021).

한편, ‘1만²당 복구비 산정기준 금액’의 결정은 주로 사방공종으로 구성된 17가지의 공종에 의해 수량을 산출하는 방식으로 이루어진다(KFS, 2020). 그러나 이들 17가지 기준공종은 현재 복구사업에서 사용되는 복구공종과 다소 차이가 있는 것이 사실이다. 또한, 대집행 산지복구공사 등에서 가장 많은 비용을 차지하는 복토나 성토 등의 토공작업과 경관을 회복시키기 위하여 주로 적용되고 있는 차폐식재공(또는 차폐수벽공)(KFS, 2014)은 현행 산지복구 기준공종에 포함되어 있지 않다. 산지훼손의 형태는 매우 다양하기 때문에 복구에 필요한 비용의 결정은 매우 복잡한 과정이 요구되고 있다. 그러나 현행 복구비는 최초

개발된 공종과 수량을 기준으로 매년 물가상승률에 따라 조정되고 있기 때문에 복구공사에 필요한 비용이 부족하다는 의견과 복구비가 과다하다는 의견이 지속적으로 대립되고 있는 실정이다(Koo et al., 2021). 따라서 현행 복구비 산출체계는 새로운 기준공종 및 합리적인 복구비 산출방식에 근거하여 수정 및 보완될 필요가 있으며, 이를 통해 지속적으로 발생해 온 이해관계자 간의 갈등을 해결할 수 있어야 할 것으로 사료된다.

그동안 산지복구와 관련하여 보고된 연구는 KFS(2000)가 1960년대 이후 개발된 채광·채석사업장의 현황을 조사하고, 이를 복구하기 위한 공법과 비용을 제시한 바 있다. 이후 2000년대부터 국토의 균형발전을 위한 중장기적인 건설투자 사업으로 인해 건설재료로서의 석재 및 골재의 수요가 증가함에 따라 KFS(2006)가 당시의 채석허가 및 복구제도에 대한 문제점을 파악하여 개선방안에 대한 연구를 수행하였다. 이후 KFS(2009)가 토석채취 복구지를 대상지로 한 모니터링의 중요성 및 방법에 관하여 연구를 진행한 바 있다. 한편, Park et al.(2010a, 2010b) 및 Park(2012)은 채석사업 완료 이후 폐부지의 활용방안에 대해 인근 주민 및 일반인을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 또한, Kang et al.(2017)의 연구는 채석업무 관련 담당 공무원을 대상으로 설문조사를 실시하여 채석사업장의 관리실태 및 복구현황을 파악한 바 있다. 그러나 이러한 선행연구들은 산지복구와 관련된 토지이용 유형인 ‘산지전용(일시사용)허가·신고지(광물채굴지 제외)’와 ‘토석채취(매각)지 및 광물채굴지’ 모두를 대상으로 하고 있지 않을 뿐더러 복구비 산출체계 그 자체를 연구의 소재로 다루지도 않았다.

이상의 선행연구들과는 달리 Koo et al.(2021)은 대집행 복구사업의 원활한 수행을 위해 예치되는 복구비의 적정성을 확보하고자 산지복구 업무를 담당하고 있는 공무원 집단과 사업설계 및 감리 경력이 있는 비공무원 집단으로 구분하여 설문조사를 실시하였다. 특히, 그들의 연구에서는 현행 복구비 산출체계를 구성하는 토지이용 유형, 산지경사 등급, 복구기준공종 등의 문제점 및 원인을 고찰하고, 그 해결방안을 구체적으로 제시한 바 있다. 그러나 제시된 해결방안은 분명 검증이라는 절차가 필요할 것이며, 이를 위해서는 현행 복구비 산출체계의 문제점에 대한 공통된 인식 또한 전제되어야 할 것이다.

이러한 배경으로부터 이 논문에서는 대집행 복구사업의 원활한 시행을 염두에 두고 적정 복구비 산출을 위한 새로운 체계를 개발하고자 하였다. 이를 위해 산지복구사업의 설계 및 감리 경력이 10년 이상인 전문가들을 대상으로 델파이조사(Delphi survey)를 실시하여 현행 산지관리법에서 규정하고 있는 복구비 산출체계의 문제점과 그 개선방안

에 대한 공통된 인식을 파악하였다. 또한, 파악된 개선방안을 반영한 복구비 산정 모델을 개발하여 적정성 검토를 실시하여 최적의 산출체계를 도출하였다.

재료 및 방법

1. 현행 복구비 산출체계의 문제점 및 개선방안 검토

대집행 산지복구사업의 시행을 고려한 현행 복구비 산출체계의 문제점 및 개선방안을 도출하기 위하여 산지전용지의 복구설계 및 감리를 담당하는 전문가집단을 대상으로 델파이조사를 실시하였다. 델파이조사는 예측하려는 문제를 대상으로 전문가들의 견해를 유도하고 종합하여 합리적인 의사결정을 유도하는 일련의 절차로 정의할 수 있다. 특히, 델파이조사는 산지복구 관련 분야와 같이 문헌자료나 선행연구사례가 부족한 상황에서 전문가집단의 공통된 의견을 수렴함으로써 조사결과의 일반성 및 객관성을 보완할 수 있는 방법이다(Lee et al., 2011; Shin et al., 2018; Jo et al., 2020).

델파이조사는 전문가의 주관적이고 직관적 판단에 의존하여 문제해결을 위한 합리적인 방안을 도출하는 것을 목적으로 하고 있기 때문에 설문 대상자로서의 전문가 선정이 매우 중요하다(Lee et al., 2011; Kim, 2014; Kim and

Lee, 2019). 이 연구에서는 모집단을 대표할 표본집단으로서 산지복구사업 설계 및 감리 경력이 10년 이상인 전문가(산림기술사) 14명을 선정하였다.

델파이조사의 목표가 되는 최종 합의안을 도출하기 위해서는 몇 차례의 조사를 수행하는 것이 적합한지를 결정하는 것 또한 중요하다. 일반적으로는 3~5회의 범위 내에서 융통성 있게 진행되는데(Kweon et al., 2011; Kim, 2014), 이 연구에서는 총 4회에 걸쳐 설문대상자인 전문가들의 합의가 이루어질 수 있도록 디자인하였다(Figure 1).

델파이조사의 설문항목은 Likert 5점 척도를 이용하여 응답할 수 있도록 구성하였다. 즉, 설문항목별로 1~5점 범위로 제시하되 3점을 기준으로 점수가 높을수록 긍정을 의미하고, 반대로 점수가 낮을수록 부정을 나타낸다(Chae, 2010).

1) 1단계 델파이조사

델파이조사의 첫 단계에서는 전체 설문을 개방형으로 구성하는 것이 일반적이지만, 조사 참여자들의 심리적 부담을 완화하고 결과분석의 혼란을 줄이기 위해 구조화된 체계를 구성하여 진행하기도 한다(Choi, 2010). 따라서 이 연구의 1단계 델파이조사에서는 Koo et al.(2021)을 비롯한 선행연구들을 조사하여 ‘토지이용 유형의 획일성’, ‘산지경사 등급의 획일성’, ‘복구비 산정을 위한 기준공종의 획

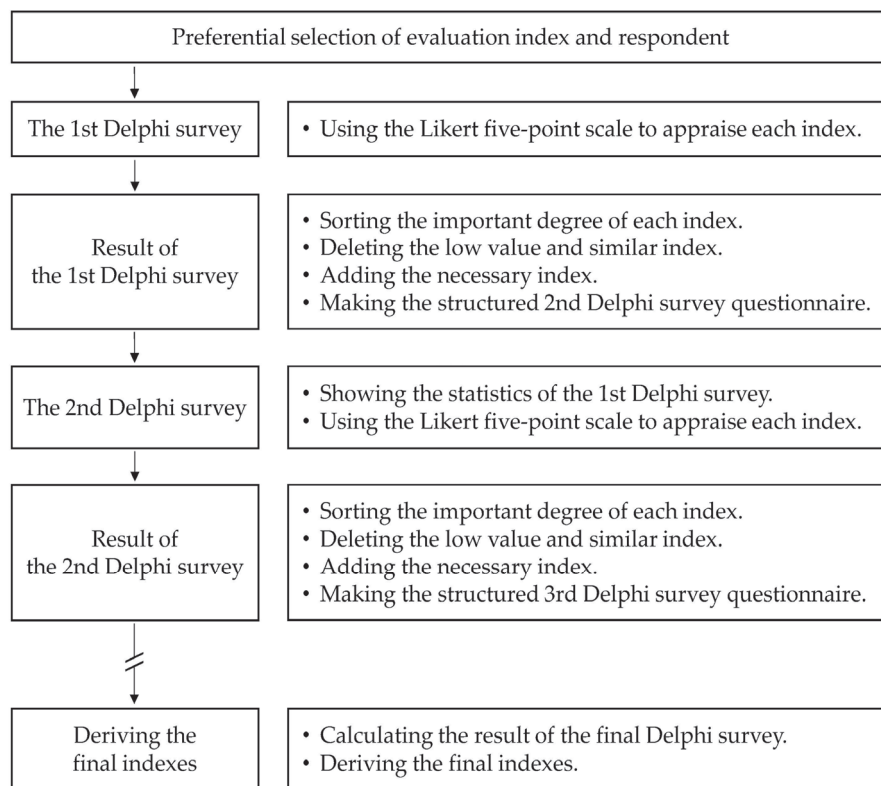


Figure 1. Flow of the Delphi technique applied to this study.

일성’, 그리고 ‘산악지·격오지 할증의 지역차 결여’ 등의 문제점을 도출하였으며, 이를 구조화된 체계의 설문문항으로 작성하여 조사에 활용하고자 하였다. 이와 더불어 전문가들이 각 항목별로 또는 종합적으로 추가의견을 자유롭게 기술하는 방식의 개방형 설문조사 항목도 포함시켰다.

이렇게 작성된 설문문항을 이용한 1단계 조사는 2020년 5월 중순에서 6월 중순까지 약 1개월에 걸쳐 전자우편을 통해 실시하였다.

2) 2단계 델파이조사

델파이조사에 필요한 설문문항은 1단계 조사를 제외하고는 전차의 결과에 따라 달라지기 마련이다. 즉, 1단계 조사에서 추가적인 합의의 과정이 필요 없다는 결론이 내려지게 되면 그와 관련한 추가적인 설문은 2단계 조사에

서 수행될 필요가 없다. 따라서 2단계 조사에서는 1단계 조사에서 합의가 이루어지지 않은 항목을 대상으로 수정 의견을 반영하여 전문가들의 의견합의를 도출할 수 있도록 설문을 실시하였다.

다만, 이 연구의 2단계 조사에서는 1단계 조사결과에 종속되지 않는 설문항목으로서 복구비 산정을 위한 잠재적 기준공종의 파악을 위한 목적으로 실제 대집행 산지복구사업 현장에 적용된 복구공종을 최종(변경) 설계도·서를 활용하여 파악하였다. 조사대상지는 우리나라 전역에 분포하는 26개소의 대집행 산지복구사업 완료지로서(Table 1, Figure 2), 「산지관리법」 상에 제시된 현행 복구비 산출체계의 토지이용 유형 구분에 따라 ‘산지전용(일시사용)허가·신고지(광물채굴지 제외)’에 해당하는 15개소(복구면적 범위 0.1~24.1 ha, 평균 복구면적 4.2 ha)와 ‘토석채

Table 1. General characteristics of the 26 study sites.

Site ID	Restored area (ha)	Restored year	Deposit cost (A) (×1,000 won)	Actual cost for restoration (B) (×1,000 won)	B/A ×100 (%)	Restored location on the administrative district
<i>Sites subject to permission or report for forest land-use change (or temporary use)</i>						
L01	24.1	2018	443,107	313,615	70.8	Cheorwon, Gangwondo
L02	0.3	2018	46,037	62,274	135.3	Inje, Gangwondo
L03	0.4	2019	28,494	27,463	96.4	Gapyeong, Gyeonggido
L04	0.1	2016	25,147	4,980	19.8	Gapyeong, Gyeonggido
L05	1.1	2017	178,302	178,000	99.8	Chungju, Chungcheongbukdo
L06	0.6	2017	70,992	54,339	76.5	Jincheon, Chungcheongbukdo
L07	0.3	2019	621,428	323,440	52.0	Bonghwa, Gyeongsangbukdo
L08	6.6	2020	736,480	576,364	78.3	Geochang, Gyeongsangnamdo
L09	1.5	2019	273,654	188,311	68.8	Hadong, Gyeongsangnamdo
L10	8.5	2017	1,134,267	651,261	57.4	Jeongeup, Jeollabukdo
L11	2.7	2019	465,120	249,340	53.6	Jangsu, Jeollabukdo
L12	0.3	2020	145,852	68,996	47.3	Jangheung, Jeollanamdo
L13	0.1	2020	44,144	33,983	77.0	Jangheung, Jeollanamdo
L14	10.9	2019	838,000	838,000	100.0	Suncheon, Jeollanamdo
L15	5.4	2019	174,200	174,200	100.0	Goheung, Jeollanamdo
<i>Sites subject to permission for stone collecting (or sale) and mineral mining</i>						
Q01	5.0	2014	1,744,858	1,656,221	94.9	Yangyang, Gangwondo
Q02	0.3	2019	193,417	109,000	56.4	Gangneung, Gangwondo
Q03	2.6	2019	555,167	355,253	64.0	Gangneung, Gangwondo
Q04	3.9	2020	1,126,802	926,775	82.2	Samcheok, Gangwondo
Q05	1.0	2018	132,119	132,119	100.0	Jeongseon, Gangwondo
Q06	11.1	2020	2,791,653	2,744,234	98.3	Anseong, Gyeonggido
Q07	2.8	2019	1,013,353	1,036,617	102.3	Gyeongju, Gyeongsangbukdo
Q08	2.6	2020	869,725	1,158,300	133.2	Gyeongju, Gyeongsangbukdo
Q09	1.4	2019	559,100	319,330	57.1	Pohang, Gyeongsangbukdo
Q10	6.1	2020	956,600	1,264,406	132.2	Geochang, Gyeongsangnamdo
Q11	6.6	2019	2,097,260	1,941,661	92.6	Yeongam, Jeollanamdo

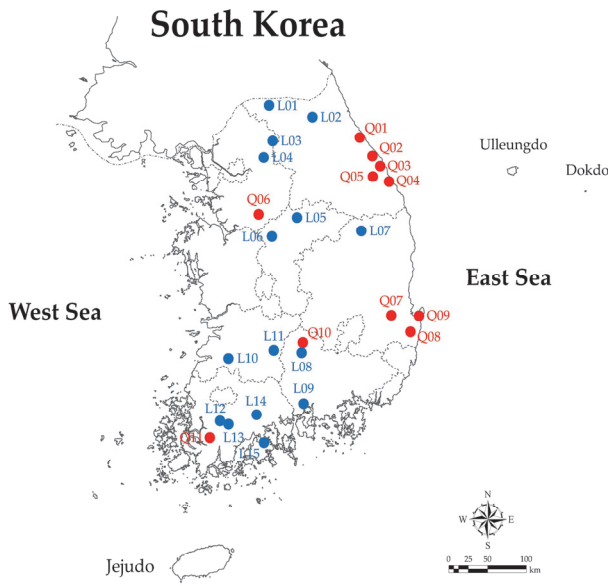


Figure 2. Locations of the 26 study sites.

취(매각)지 및 광물채굴지'에 해당하는 11개소(복구면적 범위 0.3~11.1 ha, 평균 복구면적 3.9 ha)로 구분할 수 있다. 이렇게 파악된 공중 중에서 적용빈도가 30%를 상회하는 모든 공중을 선정하여 설문항목에 포함시켰다. 여기서 설계도·서 상에서 개념은 동일하지만 표준화되지 않은 공중명은 산림사업표준품셈(KFS, 2018)과 건설공사표준품셈(MLIT, 2020), 그리고 「산지관리법」, 「산지관리법 시행령」, 「산지관리법 시행규칙」 등을 참고하여 표준화된 공중명으로 수정하였다. 또한, 재료에 따른 공사비 변동비율이 큰 공중이 아니라면 특정 재료를 나타내는 단어를 포함하는 공중명은 보다 상위개념의 공중명으로 수정하였다. 이러한 수정이 완료된 후 각 공중별로 적용빈도를 파악하였다.

2단계 조사에서도 1단계 조사와 마찬가지로 전문가들이 각 항목별로 또는 종합적으로 추가의견을 자유롭게 기술하는 방식의 개방형 설문조사 항목도 포함시켰다.

이렇게 작성된 설문문항을 이용한 2단계 델파이조사는 2020년 7월 중에 전자우편을 통해 실시하였으며, 이후 2020년 8월 중에 대면 또는 비대면 방식으로 개별 인터뷰를 진행하였다.

3) 3단계 델파이조사

3단계 델파이조사에서도 2단계 조사 결과에 근거하여 전체 또는 일부 문제점에 대한 해결방안 도출을 위하여 전문가들의 의견합의를 유도할 수 있는 문항으로 설문을 실시하였다. 특히, 2단계 조사에서 수행된 26개소의 대집행 산지복구사업 대상지로부터 도출된 복구비 산정을 위

한 개선된 기준공중에 대하여 전문가 집단의 합의를 도출하고자 하였다.

3단계 델파이조사는 2020년 9월 중에 실시하였다.

4) 4단계 델파이조사

이 연구에서는 4단계 델파이조사에 앞서 1~3단계의 델파이조사를 통해 도출된 토지이용 유형 및 산지경사 등급, 산지복구 기준공중을 적용하여 10,000 m²를 기준으로 하는 산지복구 표준모델을 개발하였다. 이때, 각 공중별 단가는 최신 산림사업표준품셈 및 건설공사표준품셈을 기준으로 산출하였다(KFS, 2018; MLIT, 2020). 여기서 표준모델별 기준공중의 선정 및 적용은 「산지관리법 시행규칙」의 별표 6(복구설계서 승인기준)에 부합되도록 다음의 다섯 가지 기본원칙을 정하여 실시하였다.

- (1) 나무심기와 씨뿌리기는 산지경사 등급과 상관없이 모든 모델에 적용한다.
- (2) 비탈면의 최하단부에는 토압에 대한 안정성이 높은 구조물을 적용한다.
- (3) 연속되는 소단에 구조물을 배치할 경우 구조물 재료의 무게를 고려하여 적용한다.
- (4) 가능한 한 단일 공중의 반복을 피하고 기준공중을 골고루 적용한다.
- (5) 시공비용이 지나치게 과하거나 부족하지 않도록 공중을 적용한다.

이렇게 개발된 표준모델이 나타내는 복구비를 1차적으로 산출하고, 거기에 활층 또는 활인, 감리비 등을 반영하여 최종 복구비를 산출하였다. 이러한 표준모델별 복구비는 실제 산지복구사업지의 객관적 지표를 설정하여 그 적정성을 판단하는 것이 요구되며, 이를 위해서는 각 사업지의 개발 및 복구사업 이전의 여건을 확인할 수 있는 인허가 정보(예를 들어 ㉠ 토지이용 유형의 하위 세부 유형(산지전용허가지, 산지전용신고지, 산지일시사용허가지(광물채굴지 제외), 산지일시사용신고지, 토석채취(매각)허가지, 광물채굴허가지, 토사채취허가지), ㉡ 당초 토지이용(개발)면적, ㉢ 산지경사 등)는 물론 복구사업 관련 정보(예를 들어 ㉣ 복구면적, ㉤ 복구공중, ㉥ 기예치 복구비, ㉦ 실제 복구비 등)가 필요하다. 그러나 앞서 활용된 26개소 대집행 산지복구사업지(Table 1)의 설계도·서에는 복구사업 관련 정보만을 포함하고 있을 뿐 인허가 정보를 포함하고 있지 않아 개발된 표준모델의 적정성을 검토하는 데에 한계가 있었다. 따라서 이 연구에서는 4단계 델파이조사를 실시하여 산지복구 표준모델에 의해 산출된 복구비의 적정성 판단을 실시하였다.

4단계 델파이조사는 2021년 1월 중에 실시하였다.

2. 도출된 문제점 및 개선방안에 대한 적정성 평가

델파이조사에 의한 설문 결과는 설문대상자가 응답한 Likert 5점 척도의 평균값(mean), 최빈값(mode), 제1사분위값(Q₁), 제3사분위값(Q₃), 그리고 사분편차(QD)를 기준으로 해당 설문항목에 대한 검토가 이루어졌다(Lee, 2006; Lee et al., 2011; Jeong et al., 2021). 특히, 평균값(mean)은 설문에 대한 응답자들의 인식수준(긍정 또는 부정)을 판단하는 척도로 활용하였으며, 사분편차(QD)는 응답자의 합의수준(합의 또는 보류)을 판단하는 척도로 활용하였다. 여기서 사분편차(QD)는 식 1과 같이 구할 수 있다.

$$QD = \frac{Q_3 - Q_1}{2} \quad (1)$$

여기서 사분편차(QD)가 1.0 이하이면 전문가 집단의 합의가 이루어진 것을 의미하며, 반대로 1.0 초과이면 전문가 집단의 합의가 이루어지지 않은 것을 의미한다(Lee et al., 2011; Kim, 2014; Beak and Kim, 2019; Lee and Kim, 2019).

결 과

1. 현행 복구비 산출체계의 문제점 도출

복수의 선행연구사례(KFS, 2000, 2020; Koo et al., 2021 등)에 대한 고찰을 통해 도출된 문제점인 (a) 토지이용 유형의 부적정, (b) 산지경사 등급의 부적정, (c) 복구비 산정을 위한 17개 기준공종의 불충분, 그리고 (d) 산출체계에 산악지·격오지의 지역차 비적용에 관련된 설문항목을 이용하여 1단계 델파이조사를 실시한 결과(Table 2), 14명의 전문가들은 현행 복구비 산출체계의 문제점으로 (a), (b), (c) 모두를 긍정적으로 인식하고 있었으며, 그에 반해 (d)에 대해서는 부정적으로 인식하고 있었다. 또한, 이들 4개 설문항목 모두 사분편차(QD) 0.38~0.50의 범위에서

합의가 이루어진 것으로 나타났다. 결과적으로 (a), (b), (c)는 현행 복구비 산출체계의 문제점으로 채택된 반면 (d)는 문제점으로 채택하지 않았다.

개방형 설문에서 나타난 기타 의견 중에는 (a)와 관련하여 “토지이용의 유형을 산지개발 방식을 고려하여 세분화할 필요가 있다”는 의견이 있었다. 다음으로 (b)와 관련하여 “산지경사 등급을 10° 단위로 할 경우 정확한 복구비 산출의 어려워 5° 단위로 구분하는 것이 보다 바람직할 것이다”는 의견이 다수 제시되었다. 마지막으로 (c)와 관련하여 “현재 복구비 산출에 적용되고 있는 17개 산지복구 기준공종은 무려 20년 전에 선정되었기 때문에 현실을 고려한 기존 공종의 삭제 및 새로운 공종의 추가가 필요하다”는 의견이 다수 제시되었다.

2. 현행 복구비 산출체계의 개선방안 도출

2단계 델파이조사에서는 전 단계에서 합의된 결과 및 기타 의견에 근거하여 토지이용 유형 및 산지경사 등급의 세분화 방안에 관한 설문항목으로서 (x) 토지이용 유형을 4-분류(산지전용허가·신고지 및 산지일시사용허가지, 산지일시사용신고지, 토석채취(매각)·광물채굴허가지, 토사채취허가지)로 하는 것이 적정한지를, (y) 산지경사 등급을 6-분류($\theta < 10^\circ$, $10^\circ \leq \theta < 15^\circ$, $15^\circ \leq \theta < 20^\circ$, $20^\circ \leq \theta < 25^\circ$, $25^\circ \leq \theta < 30^\circ$, $\theta \geq 30^\circ$)로 하는 것이 적정한지를 물었으며, 더불어 (z) 현행 복구비 산정의 기준공종으로 활용되고 있는 17개 공종과 26개소 대집행 산지복구사업지의 설계도·서로부터 목록화한 공종을 나열하여 각 공종이 복구비 산출을 위한 기준공종으로서 적정한지를 설문항목으로 구성하였다.

그에 앞서 2단계 델파이조사의 설문항목 중의 하나로서 복구비 산정을 위한 잠재적 기준공종을 파악하고자 26개소의 실제 대집행 산지복구사업지에 적용된 복구공종을 파악한 결과, ‘산지전용(일시사용)허가·신고지(광물채굴

Table 2. Result of the 1st round of Delphi technique.

No.	Questionnaire items	Mean ^a	SD ^a	Mode	Q ₁ ^b	Q ₃ ^b	QD ^b
(a)	Inappropriateness of the current land-use type classification	4.21	0.71	5	4.00	5.00	0.50
(b)	Inappropriateness of the current slope gradient classification	4.07	0.92	4	4.00	5.00	0.50
(c)	Insufficiency of the current 17 standard works	4.71	0.47	5	4.25	5.00	0.38
(d)	No-allowing of regional differences according to mountainous and remote areas	1.57	0.51	1	1.00	2.00	0.50

^a The mean, standard deviation (SD), and mode were derived from 5-point Likert scale responses by experts. If the mean is greater (or smaller) than 3.00, it means to affirm (or deny) for the questionnaire item.

^b The quartile deviation (QD) was obtained by dividing the difference between the 1st (Q₁) and 3rd (Q₃) quartiles by 2. If the QD is smaller (or greater) than 1.00, it means that it has agreed (or has not agreed) to affirm or deny the questionnaire items.

지 제외)’에서는 53개 공종이, ‘토석채취(매각)지 및 광물 채굴지’에서는 49개 공종이 파악되었다. 이 중에서 표준화되지 않은 공종명을 표준화된 공종명으로, 그리고 특정 재료명을 포함하는 공종명을 상위 공종명으로 수정하여 총 32개 공종을 목록으로 정리하였으며, 여기에는 현행 복구비 산출의 기준이 되는 17개 공종이 모두 포함되어 있는 것을 확인할 수 있었다.

이상의 설문항목으로 2단계 델파이조사를 실시한 결과,

14명의 전문가들은 현행 복구비 산출체계의 문제점에 대한 구체적 개선방안으로서 (x)와 (y)에 대해 긍정적으로 인식하고 있었다(Table 3). 즉, 토지이용 유형의 경우 기존 2개 분류항목(① 산지전용(일시사용)허가·신고지(광물채굴지 제외), ② 토석채취(매각)지 및 광물채굴지)을 산지개발에 따른 복구대상의 상황을 고려한 4개 분류항목(① 산지전용허가·신고지 및 산지일시사용허가지, ② 산지일시사용신고지, ③ 토석채취(매각)·광물채굴허가지, ④ 토

Table 3. Result of the 2nd round of Delphi technique.

No.	Questionnaire items	Mean ^a	SD ^a	Mode	Q_1^b	Q_3^b	QD^b	Note
(x)	Reorganizing the land-use type classification into four groups	4.57	0.65	5	4.00	5.00	0.50	
(y)	Subdividing the slope gradient classification into six groups	4.29	0.91	5	3.25	5.00	0.88	
(z)	Appropriateness as the standard works for estimating restoration deposit							
①	Seed-fertilizer-soil mixed spraying	4.86	0.363	5	5.00	5.00	0.00	Existing
②	Tree planting	4.79	0.426	5	5.00	5.00	0.00	"
③	Remained cut-wall slope grading	4.71	0.469	5	4.25	5.00	0.38	"
④	Sod channel	4.36	0.745	5	4.00	5.00	0.50	"
⑤	Underground laying structure	4.29	0.726	4	4.00	5.00	0.50	"
⑥	Seeding	4.29	0.726	4	4.00	5.00	0.50	"
⑦	Rill control by sod	4.21	0.646	5	3.25	5.00	0.50	"
⑧	Stone channel	4.21	0.699	4	2.00	4.00	0.50	"
⑨	Rill control by stone	4.14	0.864	4	4.00	5.00	0.88	"
⑩	Stone masonry on hillside	4.14	0.770	4	4.00	5.00	0.50	"
⑪	Terrace sodding	4.14	0.864	4	3.25	5.00	0.88	"
⑫	Slope grading	4.07	0.829	5	3.25	5.00	0.88	"
⑬	Sod planting	3.29	0.611	3	3.00	4.00	0.50	"
⑭	Retaining wall	3.29	1.383	2	2.00	4.75	1.38	"
⑮	Check dam	3.14	1.351	2	2.50	4.75	1.38	"
⑯	Revetment	2.36	1.082	2	2.00	3.00	0.50	"
⑰	Grass planting	2.21	0.802	3	2.00	3.00	0.50	"
⑱	Soil covering on terrace	4.79	0.426	5	5.00	5.00	0.00	New
⑲	Slope mulching	4.64	0.497	5	4.00	5.00	0.50	"
⑳	Cutting	4.50	0.650	5	4.00	5.00	0.50	"
㉑	Screen planting	4.29	0.726	4	4.00	5.00	0.50	"
㉒	Filling	4.21	0.426	4	4.00	4.00	0.00	"
㉓	Vegetation sack stacking	4.14	0.663	4	4.00	4.75	0.38	"
㉔	Boulder stacking	4.07	0.616	4	4.00	4.00	0.00	"
㉕	Water collecting well	4.07	0.730	4	4.00	4.75	0.38	"
㉖	Carrying sediment	4.07	0.730	4	4.00	4.75	0.38	"
㉗	Concrete channel	4.07	0.829	4	3.25	5.00	0.88	"
㉘	Sediment retarding basin	3.93	0.917	4	3.25	4.75	0.75	"
㉙	Bringing sediment	3.57	0.646	3	3.00	4.00	0.50	"
㉚	Erosion control dam	3.14	0.663	3	3.00	3.75	0.38	"
㉛	Diversion drain at top of slope	2.36	1.008	2	3.25	5.00	0.50	"
㉜	Rockfall prevention netting	2.31	0.947	2	2.00	2.75	0.38	"

^a The mean, standard deviation (*SD*), and mode were derived from 5-point Likert scale responses by experts. If the mean is greater (or smaller) than 3.00, it means to affirm (or deny) for the questionnaire item.

^b The quartile deviation (*QD*) was obtained by dividing the difference between the 1st (Q_1) and 3rd (Q_3) quartiles by 2. If the *QD* is smaller (or greater) than 1.00, it means that it has agreed (or has not agreed) to affirm or deny the questionnaire items.

사채취허가지)으로 재편성하는 방안이 합의되었다. 또한, 산지경사 등급의 경우 기존 2개 분류항목(① $\theta < 10^\circ$, ② $10^\circ \leq \theta < 20^\circ$, ③ $20^\circ \leq \theta < 30^\circ$, ④ $\theta \geq 30^\circ$)에서 5° 간격의 6개 분류항목(① $\theta < 10^\circ$, ② $10^\circ \leq \theta < 15^\circ$, ③ $15^\circ \leq \theta < 20^\circ$, ④ $20^\circ \leq \theta < 25^\circ$, ⑤ $25^\circ \leq \theta < 30^\circ$, ⑥ $\theta \geq 30^\circ$)으로 세분화하는 방안이 합의되었다. 이상의 설문항목 (x)와 (y)의 합의 수준(QD)은 각각 0.50과 0.88로, 모두 현행 복구비 산출체계의 문제점에 대한 해결방안으로 채택되었다.

한편, (z)와 관련하여 현행 17개 기준공종과 대집행 산지 복구사업지로부터 추가된 15개 신규공종을 포함하여 총 32개 공종을 대상으로 복구비 산출체계의 기준공종으로서 그 적정성을 파악한 결과(Table 3), 현행 기준공종 중 ‘종비토뿌어붙이기(seed-fertilizer-soil mixed spraying)’, ‘나무심기(tree planting)’, ‘잔벽비탈다듬기(remained cut-wall slope grading)’, ‘떼수로내기(sod channel)’, ‘땅속흙막이(underground laying structure)’, ‘씨뿌리기(seeding)’, ‘떼누구막이(rill control by sod)’, ‘돌수로내기(stone channel)’, ‘돌누구막이(rill control by stone)’, ‘산비탈돌쌓기(stone masonry on hillside)’, ‘선떼붙이기(terrace sodding)’, ‘비탈다듬기(slope grading)’, ‘떼심기(sod planting)’ 이상 13개 공종이, 신규공종 중 ‘소단복토(soil covering on terrace)’, ‘비탈덮기(slope mulching)’, ‘땅깎기(cutting)’, ‘차폐식재(screen planting)’, ‘흙쌓기(filling)’, ‘식생자루쌓기(vegetation sack stacking)’, ‘큰돌쌓기(boulder stacking)’, ‘집수정(water collecting well)’, ‘토사운반(carrying sediment)’, ‘콘크리트수로내기(concrete channel)’, ‘침사지(sediment retarding basin)’, ‘토사반입(bringing sediment)’, ‘사방댐(erosion control dam)’ 이상 13개 공종이 기준공종으로서 적정한 것으로 합의되었다. 그러나 기존 기준공종에 해당하는 ‘옹벽(retaining wall)’과 ‘골막이(check dam)’는 의견의 합의가 이루어지지 않았으며, 기존 기준공종에 해당하는 ‘기슭막이(revetment)’와 ‘새심기(grass planting)’, 그리고 추가공종에 해당하는 ‘돌림수로내기(diversion drain at top of slope)’와 ‘낙석방지망덮기(rockfall prevention netting)’는 기준공종으로서 부적정한 것으로 의견이 수렴되었다.

개방형 설문에서 나타난 기타 의견으로는 (x)와 관련하여 “현행 복구비 산출체계에 의하면 ‘산지일시사용신고지’와 ‘토사채취허가지’의 복구비가 과다하게 산출된다”는 의견이 있었으며, (y)와 관련하여 “‘산지전용허가·신고지 및 산지일시사용허가지’의 경우 $\theta < 10^\circ$ 과 $10^\circ \leq \theta < 20^\circ$ 의 복구비 차이가 지나치게 크다”는 의견과 “‘토석채취(매각)·광물채굴허가지’의 경우 $\theta \geq 30^\circ$ 의 복구비가 매우 부족하다”는 의견이 있었다. 또한, (z)와 관련하여 “‘비탈다듬기’는 ‘땅깎기’로 단일화해야 한다”는 의견이 있었으며, 더불어 “‘토사반입’은 현장여건에 따라 필요 시

추가로 적용할 수 있도록 해야 한다”는 의견이 있었다. 특히, “현행 「산지관리법 시행규칙」 제39조(복구비의 산정 기준)에 명시되어 있는 ‘옹벽’, ‘골막이’, ‘차폐식재’, ‘사방댐’, ‘덩굴류식재(planting vines)’, ‘구조물철거(demolishing facilities)’를 추가로 적용할 수 있도록 해야 한다”는 의견이 제시되었다. 이 중에서 ‘옹벽’과 ‘골막이’는 현행 17개 기준공종에 포함되고, ‘차폐식재’와 ‘사방댐’은 26개소 대집행 산지복구사업 대상지로부터 도출된 공종 중에 해당하는 반면, ‘덩굴류식재’와 ‘구조물철거’는 앞선 두 가지 경우 어디에도 포함되지 않는 공종에 해당한다.

3. 현행 복구비 산출체계의 개선에 필요한 기준공종 도출

3단계 델파이조사에서는 2단계 조사에서 제외하기로 합의된 4개 공종(돌기슭막이, 새심기, 돌림수로내기, 낙석방지망덮기)과 작업공정의 중복으로 인해 제외하고자 하는 1개 공종(비탈다듬기)을 제외한 27개 공종, 그리고 기타 의견에서 제시된 2개 공종(덩굴류식재, 구조물철거)까지 총 29개 공종을 대상으로 복구비 산출을 위한 기준공종(22개) 및 추가공종(7개)으로서의 적정성에 대한 전문가 의견을 설문하였다.

그 결과, 29개의 모든 공종이 사분편차(QD) 0.5 이하의 비교적 높은 수준의 의견합의를 보였다(Table 4). 특히, ‘종비토뿌어붙이기’, ‘나무심기’, ‘땅깎기’ 등의 공종은 기준공종으로서 매우 높은 수준의 의견 합의를 보였으며, 새로이 추가된 ‘덩굴류식재’와 ‘구조물철거’도 ‘사방댐’, ‘골막이’, ‘옹벽’, ‘차폐식재’, ‘토사반입’과 함께 추가공종으로서 합의되었다.

4. 복구비 산정 표준모델의 개발 및 산출 복구비의 적정성 검토

1~3단계에 걸친 델파이조사 결과에 준하여 4개 토지이용 유형 및 6개 산지경사 등급별로(7개 추가공종을 제외한) 22개 산지복구 기준공종만을 적용하여 개발한 24개 산지복구 표준모델은 Appendix 1~4와 같다. 여기에 3단계 델파이조사 결과를 반영하여 7개 추가공종을 필요에 따라 선택하고, 더불어 할증 또는 할인, 감리비를 반영하여 Figure 3의 체계로 복구비를 산출하였다.

먼저 24개의 표준모델을 토대로 산출한 토지이용 유형 및 산지경사 등급별 복구비의 산정범위는 34,185~607,403천원으로 나타났다(Table 5). ‘산지전용허가·신고지 및 산지일시사용허가지’는 가장 낮은 산지경사 구간($\theta < 10^\circ$)부터 가장 높은 산지경사 구간($\theta \geq 30^\circ$)까지 47,954천원~470,088천원, ‘산지일시사용신고지’는 34,185천원~369,775천원, ‘토석채취(매각)·광물채굴허가지’는 93,676천원~607,403천원, ‘토사채취허가지’는 71,902천원~271,426천

Table 4. Result of the 3th round of Delphi technique.

No.	Questionnaire items	Mean ^a	SD ^a	Mode	Q ₁ ^b	Q ₃ ^b	QD ^b	Note
(i) Appropriateness as the standard works for estimating restoration deposit								
①	Seed-fertilizer-soil mixed spraying	5.00	0.00	5	5.00	5.00	0.00	Existing
②	Tree planting	5.00	0.00	5	5.00	5.00	0.00	Existing
③	Cutting	4.93	0.26	5	5.00	5.00	0.00	New
④	Seeding	4.86	0.52	5	5.00	5.00	0.00	Existing
⑤	Filling	4.71	0.45	5	4.30	5.00	0.38	New
⑥	Soil covering on terrace	4.64	0.61	5	4.30	5.00	0.38	New
⑦	Vegetation sack stacking	4.57	0.50	5	4.00	5.00	0.50	New
⑧	Concrete channel	4.57	0.50	5	4.00	5.00	0.50	New
⑨	Slope mulching	4.50	0.50	5	4.00	5.00	0.50	New
⑩	Remained cut-wall slope grading	4.43	0.62	5	4.00	5.00	0.50	Existing
⑪	Terrace sodding	4.43	0.50	4	4.00	5.00	0.50	Existing
⑫	Sod channel	4.36	0.61	4	4.00	5.00	0.50	Existing
⑬	Sod planting	4.36	0.48	4	4.00	5.00	0.50	Existing
⑭	Stone channel	4.29	0.59	4	4.00	5.00	0.50	Existing
⑮	Carrying sediment	4.29	0.45	4	4.00	4.80	0.38	New
⑯	Stone masonry on hillside	4.21	0.56	4	4.00	4.80	0.38	Existing
⑰	Sediment retarding basin	4.21	0.41	4	4.00	4.00	0.00	New
⑱	Rill control by stone	4.14	0.52	4	4.00	4.00	0.00	Existing
⑲	Boulder stacking	4.14	0.64	4	4.00	4.80	0.38	New
⑳	Underground laying structure	4.07	0.46	4	4.00	4.00	0.00	Existing
㉑	Rill control by sod	4.07	0.46	4	4.00	4.00	0.00	Existing
㉒	Water collecting well	4.07	0.59	4	4.00	4.00	0.00	New
(ii) Appropriateness as the additional works for estimating restoration deposit								
㉓	Erosion control dam	4.43	0.50	4	4.00	5.00	0.50	New
㉔	Check dam	4.29	0.45	4	4.00	4.80	0.38	Existing
㉕	Planting vines	4.21	0.41	4	4.00	4.00	0.00	New
㉖	Retaining wall	4.14	0.74	4	4.00	5.00	0.50	Existing
㉗	Screen planting	4.14	0.35	4	4.00	4.00	0.00	New
㉘	Demolishing facilities	4.07	0.80	5	3.30	5.00	0.88	New
㉙	Bringing sediment	4.07	0.46	4	4.00	4.00	0.00	New

^a The mean, standard deviation (SD), and mode were derived from 5-point Likert scale responses by experts. If the mean is greater (or smaller) than 3.00, it means to affirm (or deny) for the questionnaire item.

^b The quartile deviation (QD) was obtained by dividing the difference between the 1st (Q₁) and 3rd (Q₃) quartiles by 2. If the QD is smaller (or greater) than 1.00, it means that it has agreed (or has not agreed) to affirm or deny the questionnaire items.

원의 범위를 나타냈다. 즉, ‘산지일시사용신고지’의 ‘ $\theta < 10^\circ$ ’ 구간에서 최소 복구비가 산정되었으며, 반면 ‘토석채취(매각)·광물채굴허가지’의 ‘ $\theta \geq 30^\circ$ ’ 구간에서 최대 복구비가 산정되었다. 특히, 표준모델에 추가공중, 할증 또는 할인, 감리비까지 고려하면 ‘토석채취(매각)·광물채굴허가지’의 복구비는 668,143천원에 이르렀으며, 뒤를 이어 ‘산지전용허가·신고지 및 산지일시사용허가지’, ‘산지일시사용신고지’, ‘토사채취허가지’가 각각 515,929천원, 406,752천원, 298,568천원으로 나타났다.

이렇게 개발된 산지복구 표준모델에 의해 산출된 복구비의 적정성을 판단하기 위해 4단계 델파이조사를 실시한

결과, 24개의 모든 표준모델에 의해 산출된 복구비에 대해 비교적 높은 수준에서 의견합의가 이루어진 것으로 나타났다(Table 6). 특히, ‘산지일시사용신고지’와 ‘토사채취허가지’의 표준모델에 의해 산출된 복구비가 ‘산지전용허가·신고지 및 산지일시사용허가지’와 ‘토석채취(매각)·광물채굴허가지’의 표준모델에 의해 산출된 복구비에 비해 상대적으로 높은 수준의 의견합의를 보였다. 또한, ‘산지전용허가·신고지 및 산지일시사용허가지’의 경우 비교적 낮은 산지경사 등급에서, ‘토석채취(매각)·광물채굴허가지’의 경우 비교적 높은 산지경사 등급에서 상대적으로 높은 수준의 의견합의를 보인 반면, ‘산지일시사용신고

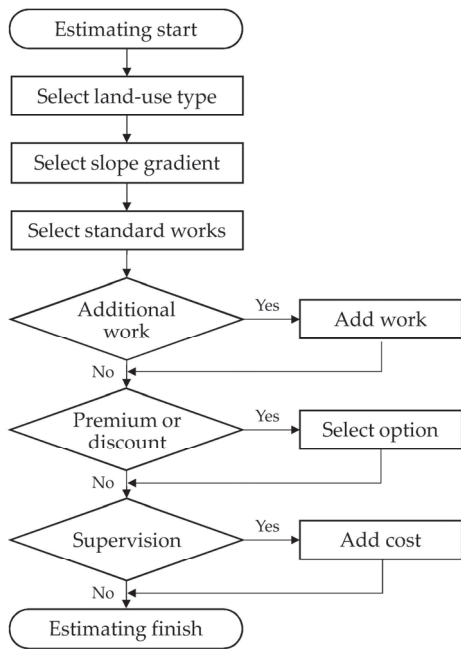


Figure 3. The deposit cost estimation framework for the restoration of land-use-changed forest lands.

지'와 '토사채취허가지'는 산지경사 등급에 따른 합의수준의 차이가 크게 나타나지 않았다.

고 찰

대집행 산지복구사업은 산지전용의 진행 과정 중에 파산하거나 부도로 인하여 사업이 중단되는 경우 개발사업자 주도의 산지복구가 불가능하여 기 예치된 복구비를 이용하여 산지로 되돌리기 위해 시행되는 사업이다(KFS, 2000). 이러한 대집행 산지복구사업에 있어서 가장 큰 문제는 사업장에 따라 기 예치된 복구비의 과부족이 발생하여 사업이 원활하게 수행되지 못하는 점이라 할 수 있다

(Koo et al., 2021). 이는 현행 복구비 산출체계가 지닌 문제점을 시사하며, 동시에 개선의 시급성을 보여준다.

1. 복구비 산출체계를 위한 토지이용 유형 및 산지경사 등급의 세분화

이 연구에서는 현행 복구비 산출체계에 적용되고 있는 토지이용 유형을 보다 세분화해야 한다는 결과가 도출되었다(Table 2). 이는 현행 토지이용 유형이 산지개발의 다양한 형태를 충분히 반영하고 있지 않다는 것이 원인으로 사료된다. 산지개발 행위는 그 목적, 기간, 규모 등에 따라 훼손형태가 다양하게 나타난다(KFS, 2000; Park, 2012). 따라서 개발행위에 의해 변화된 입지조건에 따라 복구형태도 달리 적용되어야 하며(Park et al., 2010a; 2010b; KEI, 2013), 그에 필요한 복구비 산정기준 또한 유연하게 적용될 수 있어야 한다(Koo et al., 2021). 그러나 현행 복구비 산출체계의 2개 토지이용 유형 중 하나인 '산지전용(일시사용)허가·신고지(광물채굴지 제외)'의 경우 '산지전용허가지', '산지전용신고지', '산지일시사용허가지'는 건축물 등의 영구시설 설치를 수반하고 지목의 변경이 이루어지는 반면에 '산지일시사용신고지'는 간이시설물을 배치하고 지목의 변경이 이루어지지 않는다는 차이점을 고려하고 있지 않다. 또 하나의 토지이용 유형인 '토석채취(매각)지 및 광물채굴지' 역시 토석채취허가에 의한 '토석채취'는 개발 후 잔벽이 암반으로 남게 되는 반면에 '토사채취'는 흙지반으로 남게 된다는 점, 그리고 '광물채굴'은 토석채취허가가 아닌 산지일시사용허가에 따르지만 개발 후 대부분의 잔벽 형태는 '토석채취'와 크게 다르지 않는 점을 고려하고 있지 않다. 이것이 전문가들이 현재의 2개 토지이용 유형을 ① '산지전용허가·신고지 및 산지일시사용허가지', ② '산지일시사용신고지', ③ '토석채취(매각)·광물채굴허가지', ④ '토사채취허가지'로 구성된 4개 토지이용 유형에 합의(Table 3)한 이유로 판단된다.

Table 5. Restoration deposit cost estimated by the standard model for restoration of land-use-changed forest lands with slope gradient classes in each land-use type.

Land-use type ^a	Restoration deposit (×1,000 won) by slope gradient class						Max ^b
	$\theta < 10^\circ$	$10^\circ \leq \theta < 15^\circ$	$15^\circ \leq \theta < 20^\circ$	$20^\circ \leq \theta < 25^\circ$	$25^\circ \leq \theta < 30^\circ$	$\theta \geq 30^\circ$	
Ⓐ	47,954	140,357	178,871	218,543	326,238	470,088	515,929
Ⓑ	34,185	121,680	153,013	187,924	269,922	369,775	406,752
Ⓒ	93,676	180,289	245,459	356,912	457,350	607,403	668,143
Ⓓ	71,902	130,567	165,489	214,824	252,389	271,426	298,568

^a Ⓐ The site subject to permission or report for forest land-use change, and the site subject to permission for forest land temporary use.

Ⓑ The site subject to report for forest land temporary use.

Ⓒ The site subject to permission for stone collecting or sale, and for mineral mining.

Ⓓ The site subject to permission for sediment collecting.

^b The maximum restoration deposit due to the application of additional works, premium or discount, or supervision cost.

Table 6. Result of the 4th round of Delphi technique.

No.	Questionnaire items	Mean ^a	SD ^a	Mode	Q ₁ ^b	Q ₃ ^b	QD ^b
A) Appropriateness of the deposit for each slope gradient classification in the site subject to permission or report for forest land-use change and in the site subject to permission for forest land temporary use							
①	$\theta < 10^\circ$	4.43	0.65	5	4.00	5.00	0.50
②	$10^\circ \leq \theta < 15^\circ$	4.21	0.58	4	4.00	4.75	0.38
③	$15^\circ \leq \theta < 20^\circ$	4.07	0.47	4	4.00	4.00	0.00
④	$20^\circ \leq \theta < 25^\circ$	3.86	0.53	4	4.00	4.00	0.00
⑤	$25^\circ \leq \theta < 30^\circ$	3.86	0.53	4	4.00	4.00	0.00
⑥	$\theta \geq 30^\circ$	3.93	0.62	4	4.00	4.00	0.00
B) Appropriateness of the deposit for each slope gradient classification in the site subject to report for forest land temporary use							
①	$\theta < 10^\circ$	4.64	0.50	5	4.00	5.00	0.50
②	$10^\circ \leq \theta < 15^\circ$	4.50	0.52	4	4.00	5.00	0.50
③	$15^\circ \leq \theta < 20^\circ$	4.29	0.47	4	4.00	4.75	0.38
④	$20^\circ \leq \theta < 25^\circ$	4.29	0.47	4	4.00	4.75	0.38
⑤	$25^\circ \leq \theta < 30^\circ$	4.29	0.47	4	4.00	4.75	0.38
⑥	$\theta \geq 30^\circ$	4.14	0.53	4	4.00	4.00	0.00
C) Appropriateness of the deposit for each slope gradient classification in the site subject to permission for stone collecting (or sale) and for mineral mining							
①	$\theta < 10^\circ$	3.57	0.51	4	3.00	4.00	0.50
②	$10^\circ \leq \theta < 15^\circ$	3.50	0.52	4	3.00	4.00	0.50
③	$15^\circ \leq \theta < 20^\circ$	3.57	0.51	4	3.00	4.00	0.50
④	$20^\circ \leq \theta < 25^\circ$	3.71	0.47	4	3.25	4.00	0.38
⑤	$25^\circ \leq \theta < 30^\circ$	4.00	0.55	4	4.00	4.00	0.00
⑥	$\theta \geq 30^\circ$	4.36	0.50	4	4.00	5.00	0.50
D) Appropriateness of the deposit for each slope gradient classification in the site subject to permission for sediment collecting							
①	$\theta < 10^\circ$	4.21	0.58	4	4.00	4.75	0.38
②	$10^\circ \leq \theta < 15^\circ$	4.29	0.61	4	4.00	5.00	0.50
③	$15^\circ \leq \theta < 20^\circ$	4.21	0.58	4	4.00	4.75	0.38
④	$20^\circ \leq \theta < 25^\circ$	4.29	0.61	4	4.00	5.00	0.50
⑤	$25^\circ \leq \theta < 30^\circ$	4.21	0.58	4	4.00	4.75	0.38
⑥	$\theta \geq 30^\circ$	4.00	0.55	4	4.00	4.00	0.00

^a The mean, standard deviation (SD), and mode were derived from 5-point Likert scale responses by experts. If the mean is greater (or smaller) than 3.00, it means to affirm (or deny) for the questionnaire item.

^b The quartile deviation (QD) was obtained by dividing the difference between the 1st (Q₁) and 3rd (Q₃) quartiles by 2. If the QD is smaller (or greater) than 1.00, it means that it has agreed (or has not agreed) to affirm or deny the questionnaire items.

한편, 복구비 산출의 기준이 되는 또 하나의 요인인 산지경사 등급은 과거 한 차례 변경된 적이 있다. KFS(2000)의 연구보고에 따르면, 「산지관리법」이 재정되기 이전의 복구비 예치를 위한 산지경사 등급은 ' $\theta < 15^\circ$ ', ' $15^\circ \leq \theta < 30^\circ$ ', ' $30^\circ \leq \theta < 45^\circ$ ', ' $\theta \geq 45^\circ$ '로 현재와 등급의 수는 같지만 등급의 간격은 다른 구분이다. 그 이후 현재의 4개 등급($\theta < 10^\circ$, $10^\circ \leq \theta < 20^\circ$, $20^\circ \leq \theta < 30^\circ$, $\theta \geq 30^\circ$)에 이르고 있으며(KFS, 2006), 그럼에도 불구하고 현행 산지경사 등급에 따른 복구비 요율은 복구사업 현장에서의 산지경사 변화에 따른 적용가능 복구공종, 토공량, 시공난이도 등에

근거한 실제 복구비를 충분히 반영하지 못하고 있어 보다 더 세분화된 경사구분이 필요한 실정이다. 예를 들어 매년 고시되고 있는 '10,000 m²당 복구비 산정기준 금액(2020년 기준)'에 따르면, '산지전용(일시사용)허가·신고지(광물채굴지 제외)'의 경우 산지경사 등급이 ' $\theta < 10^\circ$ '인 복구대상지는 66,483천원을 예치하도록 규정하고 있지만, 산지경사 등급이 ' $10^\circ \leq \theta < 20^\circ$ '인 복구대상지는 195,762천원을 예치하도록 규정하고 있다. 즉, 산지경사 등급상 1°와 9°는 8°의 차이가 존재하지만 동일한 등급에 포함되어 같은 기준값이 적용되는 반면, 9°와 10°는 1°의 차이가 존

재하지만 상이한 등급에 포함되어 10,000 m²당 129,279천 원의 예치금 차이가 발생한다. 이러한 경향은 ‘토석채취(매각)지 및 광물채굴지’도 마찬가지이다. 이와 같은 이유로 전문가들은 현행의 4개 산지경사 등급을 6개 등급($\theta < 10^\circ$, $10^\circ \leq \theta < 15^\circ$, $15^\circ \leq \theta < 20^\circ$, $20^\circ \leq \theta < 25^\circ$, $25^\circ \leq \theta < 30^\circ$, $\theta \geq 30^\circ$)으로 세분화하는 것에 합의한 것으로 추정된다(Table 3).

2. 복구비 산출체계를 위한 산지복구 기준공종 및 추가 공종의 편성

현행 복구비 산정은 17개 기준공종에 근거하고 있지만(KFS, 2000), 과거 약 20년 동안 새로운 공법의 보급, 세부적인 공종 및 시공재료의 변화 등으로 인해 현장에 보다 적합하고 활용도가 높은 공종으로 재구성할 필요성이 제기되고 있다(Koo et al., 2021). 대집행 산지복구사업이 완료된 연구대상지 26개소에 적용된 복구공종을 조사한 결과, 현행 복구비 산출의 기준이 되는 17개 공종과 더불어 기준공종에 포함되지 않는 15개 공종까지 총 32개 공종이 적용된 것을 확인할 수 있었다(Table 3). 또한, 이들 공종 중에서 전문가들의 합의와 작업공정의 중복으로 5개 공종(돌기습막이, 새심기, 돌림수로내기, 낙석방지망덮기, 비탈다듬기)을 제외하고, 「산지관리법 시행규칙」 제39조(복구비의 산정기준)에 명시되어 있음에도 불구하고 현행 기준공종 또는 대집행 산지복구사업 대상지 추출 공종에 포함되어 있지 않은 2개 공종(덩굴류식재, 구조물철거)까지 총 29개 공종을 대상으로 복구비 산출을 위한 기준공종 및 추가공종의 적정성을 파악한 결과, 전문가들은 22개 기준공종과 더불어 7개 추가공종을 함께 구성하는 데에 합의하였다(Table 4).

우선 기준공종 중에는 현행 기준공종에 해당하는 12개 공종과 신규로 추가된 10개 공종이 포함되었으며, 이 10개의 신규 공종 중에는 토공사와 관련된 공종(땅깎기, 흙쌓기, 소단복토, 토사운반)이 배수공사, 녹화공사, 사면안정공사에 비해 높은 점유율 및 적정성을 차지하는 것을 알 수 있었다. 이는 대집행 산지복구지에서 가장 높은 적용빈도와 동시에 가장 높은 복구비 점유율을 차지하는 공종이 토공사임에도 불구하고 현행 기준공종에는 토공사에 해당하는 공종이 극히 제한되어 있었음을 보여준다. Koo et al.(2021)의 연구에 따르면, 산지복구가 개발자의 자력으로 이루어졌는지 혹은 기존의 예치금을 가지고 대집행으로 이루어졌는지에 따라 토공사의 필요성이 좌우된다고 하였다. 즉, 개발자의 자력으로 산지복구가 이루어졌을 경우 개발과정에서 이미 규정에 맞게 토공작업이 진행되어 추가적인 토공사가 필요 없을 것이며, 반대로 대집행으로 산지복구가 이루어졌을 경우 대부분의 대상지가 복구설

계의 승인기준에 적합하지 않은 비정상적인 형태로 훼손되어 토공사가 반드시 선행되어야 할 것이다. 이것이 대집행 산지복구사업을 실행하는데 부족함이 없도록 예치되어야 할 복구비 산정의 기준공종으로서 토공사 관련 공종들이 높은 점유율 및 적정성을 나타낸 이유로 사료된다.

한편, 추가공종으로 선정된 ‘토사반입’ 역시 토공사에 해당하는 공종이지만, 이는 대부분이 ‘토석채취허가지’에서 이루어지는 만큼 기준공종으로 분류하기에는 적합하지 않다고 판단된다. 또한, 「산지관리법 시행규칙」 제39조(복구비의 산정기준)에 명시되어 있는 공종들 중에서 ‘옹벽’, ‘골막이’, ‘사방댐’은 재해위험성이 있다고 판단되는 대상지에 추가적으로 적용되어야 할 공종이며, ‘차폐식재’와 ‘덩굴류식재’는 주로 ‘토석채취허가지’에서 필요로 하는 공종일 것이다. 더불어 ‘구조물철거’의 경우 ‘산지전용허가지’, ‘산지전용신고지’, ‘산지일시사용허가지’에 있을 건축물이나 ‘산지일시사용신고지’, 대규모의 ‘토석채취허가지’에 있을 임시시설물이 그 대상이 될 것이다. 이상과 같이 추가공종으로 분류된 7개 공종들은 저마다 적용 가능한 고유의 대상지(토지이용 유형)가 엄연히 구별된다. 특히, 이들은 산지의 재해예방 및 경관보전을 위한 공종에 해당하는데, 「산지관리법 시행규칙」 제37조(복구비의 예치 등)에서는 산지의 재해예방 및 경관보전을 위하여 시설물을 설치하거나 식생정착을 위한 특수공법 등으로 녹화를 하여야 할 필요가 있다고 인정되는 경우에 한하여 소요되는 비용을 추가하여 예치하도록 정하고 있다. 이것이 상기 7개 공종이 추가공종으로서 도출된 이유로 추정된다.

3. 신(新)개발 복구비 산출체계의 적정성

산지복구비는 토지이용 유형(산지개발의 형태), 산지경사 등급(산지개발의 규모) 및 적용 공종에 따라 크게 달라지기 때문에 각각의 특성을 고려한 표준모델을 개발하여 합리적인 복구비를 산정함으로써 사업자는 예치금 부담에 대해 충분히 납득하고 관리자는 대집행 산지복구사업이 완성도 있게 진행되도록 할 필요가 있다. 따라서 복구비 산정을 위한 표준모델은 가능하다면 현행 복구비 산출 체계에 의해 예치된 비용과 실제 복구사업지에서 소요된 복구비와 비교함으로써 예측된 비용의 과부족을 검토할 필요가 있다. 그러나 이 연구에서 개발된 24개의 복구비 산정 표준모델은 인허가 정보의 결여로 실제 복구사업이 이루어진 대상지 사례를 통한 적정성 검증은 이루어지지 못하였다.

이를 대신하여 채용된 델파이조사에 참여한 전문가 집단은 24개의 복구비 산정 표준모델에 의해 추정된 복구비가 비교적 적정하다고 평가하였다(Table 5, Table 6). 이는 곧 표준모델을 구성하는 토지이용 유형 및 산지경사 등급

의 구분과 산지복구 기준공종의 편성이 현행 복구비 산출 체계에 비해 상대적으로 적절하게 이루어졌음을 보여준다. 즉, 토지이용 유형의 경우 현행 복구비 산출체계의 2개 유형보다는 ‘산지전용허가·신고지 및 산지일시사용허가지’, ‘산지일시사용신고지’, ‘토석채취(매각)·광물채굴허가지’, ‘토사채취허가지’로 구성된 4개 토지이용 유형이 산지개발의 다양한 형태를 충분히 반영하기에 적절하다는 것을 보여준다. 특히, 이러한 4개 토지이용 유형은 기존의 ‘산지전용(일시사용)허가·신고지(광물채굴지 제외)’에서 ‘산지일시사용신고지’를, 그리고 ‘토석채취(매각)지 및 광물채굴지’에서 ‘토사채취허가지’를 분리시킨 형태로 볼 수 있는데, 이렇게 분리된 두 가지 토지이용 유형에 대하여 설문에서 참여한 전문가들의 의견합의가 매우 높은 수준에서 이루어졌다는 점(Table 6)은 2단계 델파이조사의 개방형 설문에서 제시된 “‘산지일시사용신고지’와 ‘토사채취허가지’의 복구비가 과다하게 산출된다”는 의견에 대한 만족감으로 해석될 수 있다. 또한, 산지경사 등급의 경우 현행 복구비 산출체계의 10° 단위 4개 등급보다는 ‘ $\theta < 10^\circ$ ’, ‘ $10^\circ \leq \theta < 15^\circ$ ’, ‘ $15^\circ \leq \theta < 20^\circ$ ’, ‘ $20^\circ \leq \theta < 25^\circ$ ’, ‘ $25^\circ \leq \theta < 30^\circ$ ’, ‘ $\theta \geq 30^\circ$ ’으로 구성된 5° 단위의 6개 등급이 실제 복구비를 반영하는 데에 적절하다는 것을 보여준다. 특히, ‘산지전용허가·신고지 및 산지일시사용허가지’의 경우 낮은 산지경사 등급에서, ‘토석채취(매각)·광물채굴허가지’의 경우 높은 산지경사 등급에서 높은 수준의 의견합의가 이루어졌다는 점(Table 6) 역시 2단계 델파이조사의 개방형 설문에서 제시된 “‘산지전용허가·신고지 및 산지일시사용허가지’의 경우 ‘ $\theta < 10^\circ$ ’과 ‘ $10^\circ \leq \theta < 20^\circ$ ’의 복구비 차이가 지나치게 크다”는 의견과 “‘토석채취(매각)·광물채굴허가지’의 경우 ‘ $\theta \geq 30^\circ$ ’의 복구비가 매우 부족하다”는 의견으로 귀결된다. 더불어 산지경사 등급은 산지복구 사업 시 적용가능 공종 및 수량을 좌우하므로(Appendix 1~4) 이러한 결과는 표준모델에 적용된 기준공종의 적정성까지 내포한다고 볼 수 있다.

결론

이 연구에서는 대집행 산지복구 예치금의 합리적인 산정을 위해 전문가 집단을 대상으로 델파이기법을 활용하여 설문조사를 실시하였다. 그 결과, 토지이용 유형, 산지경사 등급, 산지복구 기준공종이 지닌 문제점과 그 개선방안에 대한 전문가 집단의 공통된 인식을 도출하였으며, 이를 바탕으로 복구비 산출을 위한 표준모델을 작성하여 적정 복구비 산출체계를 제안하였다. 이러한 연구결과는 대집행 복구사업의 원활한 수행을 위해 예치되는 복구비의 적정성을 확보하는 데에 기여함으로써 이해관계자 집단

별 의견의 차이를 좁힐 수 있을 것으로 기대한다.

그럼에도 불구하고 현행 복구비 산출체계의 개선을 위해서는 여전히 해결해야 할 과제가 남아 있다. 대표적인 것이 바로 복구비 산출체계와 관련된 법·제도의 정비일 것이며, 이를 주제로 한 후속연구를 진행하여 복구비 산출체계의 현행화를 저해하는 요인을 조속히 제거할 필요가 있다. 나아가 우리사회가 당면하고 있는 산지개발 압력 및 기후변화 대응 요구를 고려할 때 복구비 산출체계의 고도화를 위한 실증적 연구와 단계적 법·제도 정비의 기반도 마련되어야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문을 위한 설문자료의 수집과 정리에 도움을 주신 (주)백제산림 임직원 및 공주대학교 산림유역관리 실험실원 여러분들께 진심으로 감사드립니다. 또한, 설문결과에 해석에 있어 조언을 주신 (사)한국산림기술사협회 회원 여러분께도 감사의 말씀을 전합니다. 이 논문은 2021년 공주대학교 학술연구지원사업의 연구지원에 의하여 연구되었습니다.

References

- Beak, S.J. and Kim, J.H. 2019. A validation study on the ecological curriculum content structure for students with intellectual and developmental disabilities by Delphi survey. *Special Education Research* 49(4): 107-134.
- Chae, S.I. 2010. *The survey methods for social science* (3th). Seoul, Korea. pp. 529
- Choi, W.H. 2010. A study on the critical success factor of social work supervision. *Journal of Korean Social Welfare Administration* 12(3): 75-111.
- Jeong, J.C., Lee, H.M., Lee, Y.G., Yang, I.J. and Lee, S.Y. 2021. Development of the content system for parent career education using Delphi method. *Journal of Agricultural Education and Human Resource Development* 53(3): 29-50.
- Jo, J.H., Choi, M.K., Kim, O.S., Lee, K.H. and Lee, C.B. 2020. Mapping the supply of local forest ecosystem services: Based on Delphi and land use scoring method. *Journal of the Association of Korean Geographers* 9(2): 295-312.
- Kang, M.J., Kim, K.D. and Park, J.H. 2017. Analysis of local forest officer's consciousness in quarry. *Journal of Agriculture and Life Science* 51(4): 1-9.
- KEI (Korea Environment Institute). 2013. *Recovery and application measures of exploited stone quarry sites in different location type*. Seoul, Korea. pp. 102.

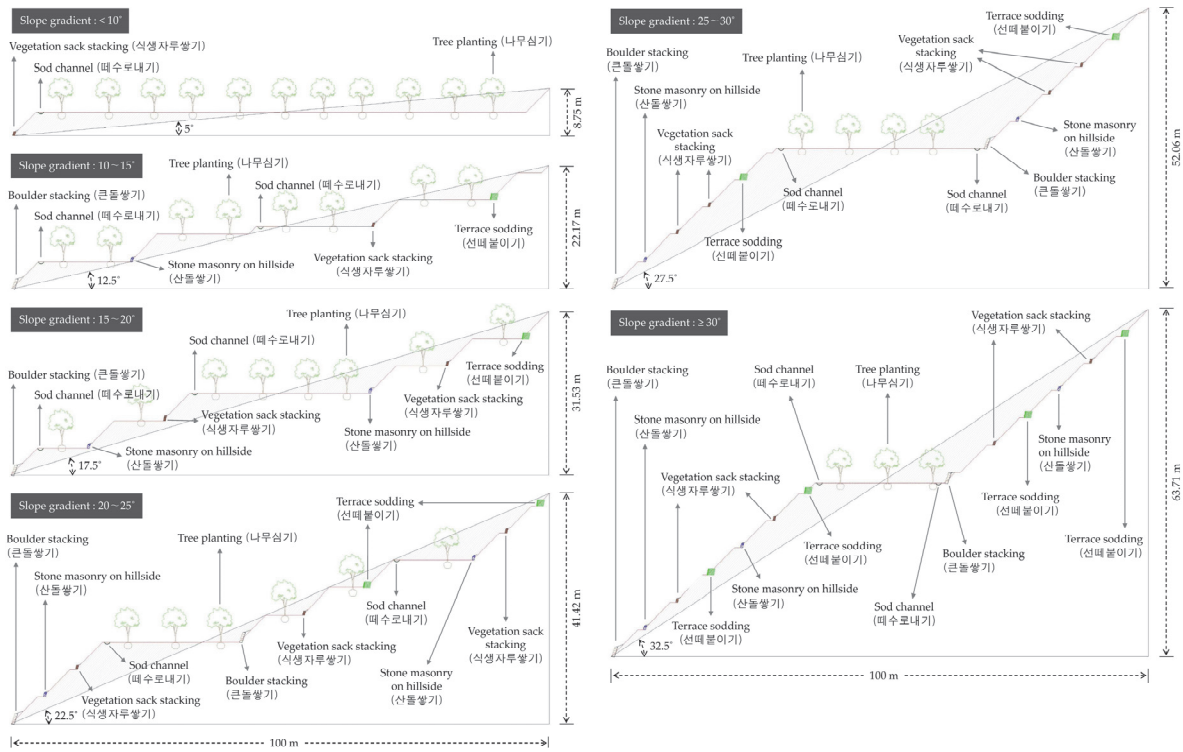
- KFS (Korea Forest Service). 2000. A study on the calculation of the appropriate restoration cost for mining and quarrying sites. Daejeon, Korea. pp. 315.
- KFS (Korea Forest Service). 2006. Improvement plan for quarrying permission and restoration system. Daejeon, Korea. pp. 185.
- KFS (Korea Forest Service). 2009. Research on the revitalization of quarrying and restoration site monitoring, and quarrying permission and complexes designation. Daejeon, Korea. pp. 280.
- KFS (Korea Forest Service). 2014. Textbook for erosion control technique. Revised Edition. Daejeon, Korea. pp. 436.
- KFS (Korea Forest Service). 2018. Standard of forest project estimate. Daejeon, Korea. pp. 460.
- KFS (Korea Forest Service). 2020. A report on improvement of deposit estimation system for forest restoration. Daejeon, Korea. pp. 268.
- Kim J.H. and Lee, H.J. 2019. A study on selection of R&D supervision institution of weapon systems using Delphi and AHP. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 20(10): 179-186.
- Kim, J. 2014. A study on the application of communitarianism for Maeul Mandelgie by the delphi method. *The Korea Spatial Planning Review* 83: 113-127.
- Koo, K.W., Kweon, H.K., Lee, S.I. and Seo, J.I. 2021. Comparison of consciousness between two stakeholder groups on current deposit estimation system for the restoration of land-use-changed mountainous areas. *Journal of Agricultural and Life Science* 55(3): 43-53.
- Kweon, H.K., Lee, J.W., Park, B.J., Shin, W.S. and Yeom, I.H. 2011. A study on the deduction of the barrier factors in the forest trail for the disabled using wheelchairs. *Korean Journal of Agricultural Science* 38(2): 235-241.
- Lee, K.S., Lee, T.H., Shin Y.K., Kim, T.H. and Han, S.W. 2011. Quantified evaluation on the qualitative criteria for the selection of appropriate concrete slab form-works for residential buildings. *Journal of Korea Institute of Building Construction* 11(2): 136-144.
- Lee, M. and Kim, M.H. 2019. Development of evaluation indicators for the usability evaluation of smart home app design. *The Journal of the Korea Contents Association* 19(5): 249-258.
- Lee, M.Y., Oh, S.W. and Kim, Y.S. 2006. The development of an analytical model for eligibility assessment of BTL project. *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure and Construction* 22(7): 131-139.
- MLIT (Ministry of Land, Infrastructure and Transport). 2020. 2021 Standard of Construction Estimate. Sejong, Korea. 936 pp.
- Park, J.H. 2012. Analysis of consciousness and model on land for the another use after quarrying. *Journal of Korean Forest Society* 101(3): 387-394.
- Park, J.H., Lee, J.W. and Park, J.M. 2010a. Analysis of consciousness on land for another use after quarrying. *The Korean Society for Environmental Restoration and Revegetation Technology* 13(3): 143-151.
- Park, J.H., Lee, J.W. and Park, J.M. 2010b. Analysis of the case of the rehabilitation quarrying after using quarrying site. *The Korean Society for Environmental Restoration and Revegetation Technology* 13(3): 152-162.
- Shin, Y.J., Park, C.R., Lee, Y.H. and Lee, M.J. 2018. An approach to classify Korean traditional forest knowledge with the Analytic Hierarchy Process and the Delphi method. *The Journal of Korean Institute of Forest Recreation* 22(3): 1-13.

Manuscript Received : November 18, 2021

First Revision : November 30, 2021

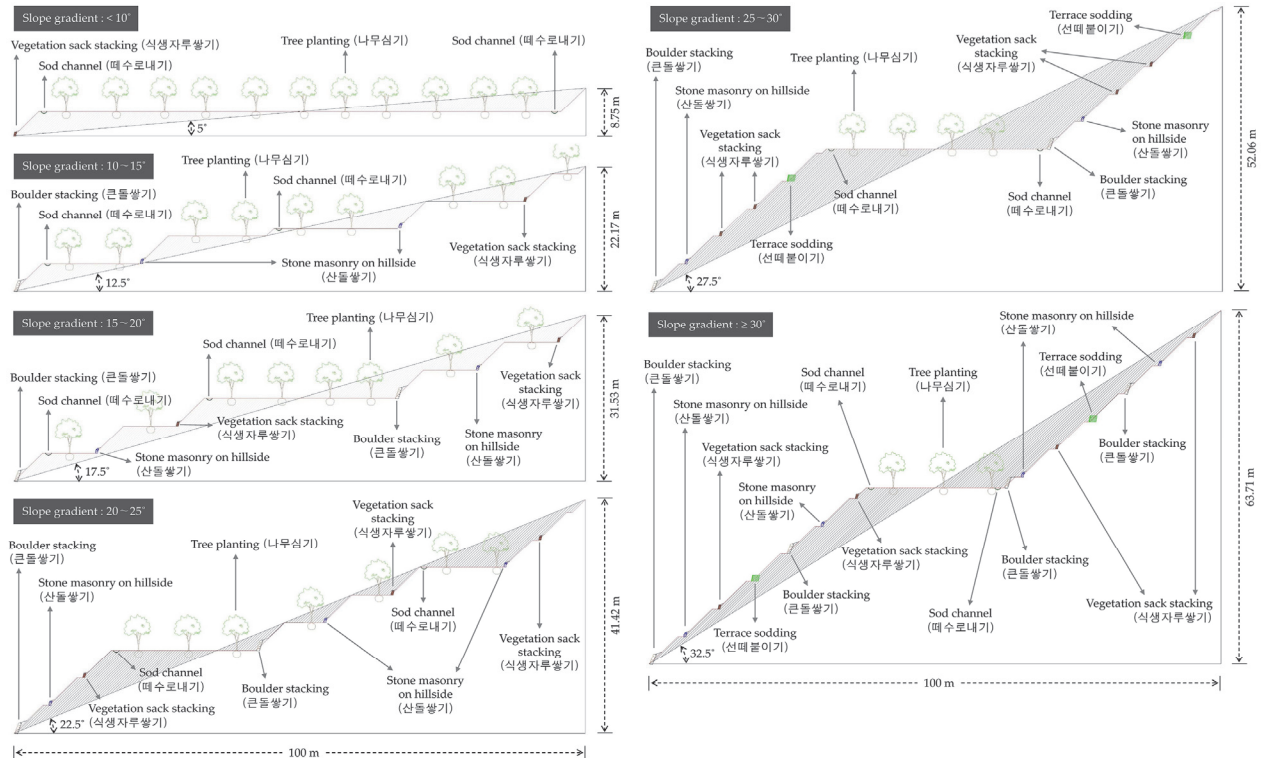
Accepted : December 1, 2021

Appendix 1. Standard model for restoration of the site subject to permission or report for forest land-use change and the site subject to permission for forest land temporary use.



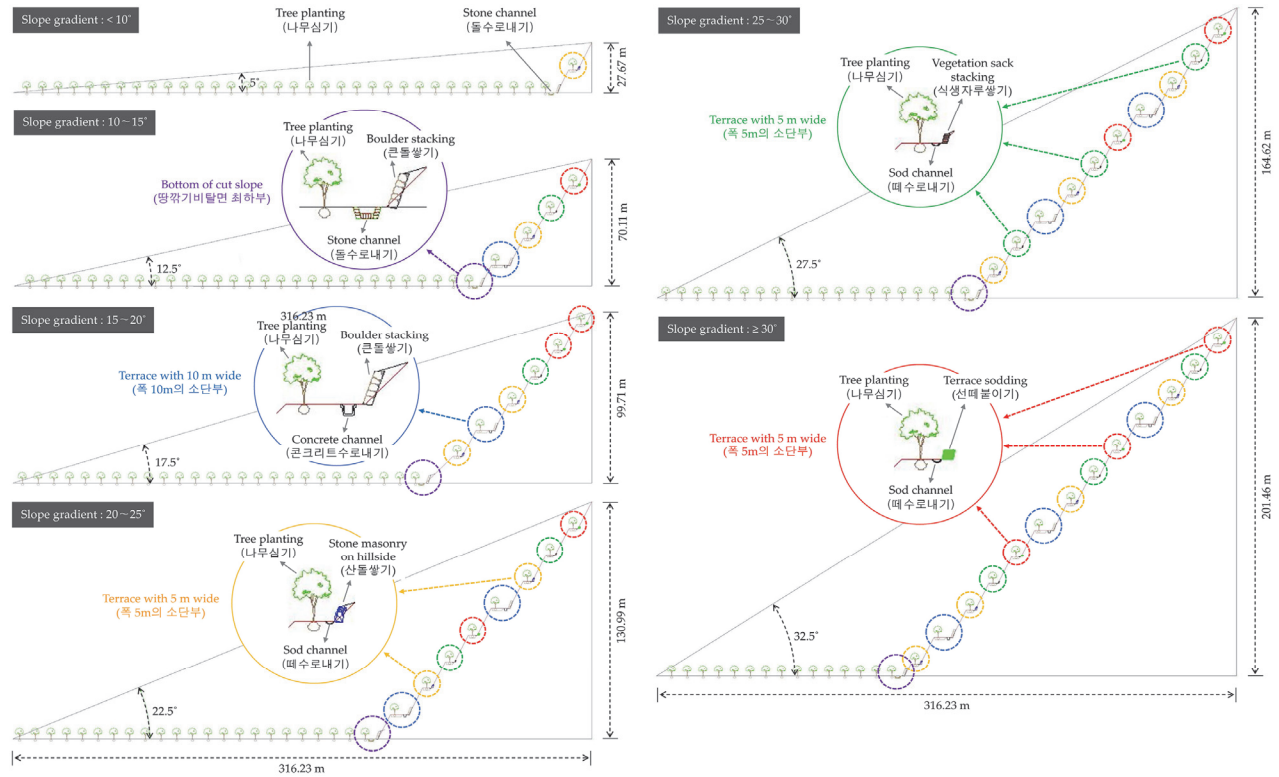
Standard work applied	Unit	Qty.					
		<math>< 10^\circ</math>	$10 \sim 15^\circ$	$15 \sim 20^\circ$	$20 \sim 25^\circ$	$25 \sim 30^\circ$	$\ge 30^\circ$
<i>Earth works</i>							
Cutting	m ³	1,995	2,625	6,247	7,045	12,920	16,813
Filling	m ³	1,995	2,625	6,247	7,045	12,920	16,813
Carrying sediment	m ³	399	525	1,249	1,409	2,584	3,363
Remained cut-wall slope grading	m ³		150	150	211	257	319
Soil covering on terrace	m ³		240	240	480	600	720
<i>Slope stability works</i>							
Boulder stacking	m ²		100	100	200	200	200
Underground laying structur)	ea			1	2	2	3
Stone masonry on hillside	m		100	200	200	200	400
Terrace sodding	m		100	100	200	200	400
Vegetation sack stacking	m	100	100	200	300	400	400
<i>Slope greening works</i>							
Seeding	m ²	874	1,583	2,100	2,536	3,090	3,932
Slope mulching	m ²		678	900	1,268	1,545	1,916
Tree planting	tree	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Sod planting	m ²				422	1,030	1,916
Seed-fertilizer-soil mixed spraying	m ²						
<i>Drainage works</i>							
Concrete channel	m					83	102
Sod channel	m	154	200	200	200	200	300
Stone channel	m	50	110	110	118	138	127
Water collecting well	ea	1	1	2	2	2	2
Rill control by sod	ea		10	20	30	40	60
Rill control by stone	ea			1	2	2	3
Sediment retarding basin	ea	1	1	1	1	1	1

Appendix 2. Standard model for restoration of the site subject to report for forest land temporary use.



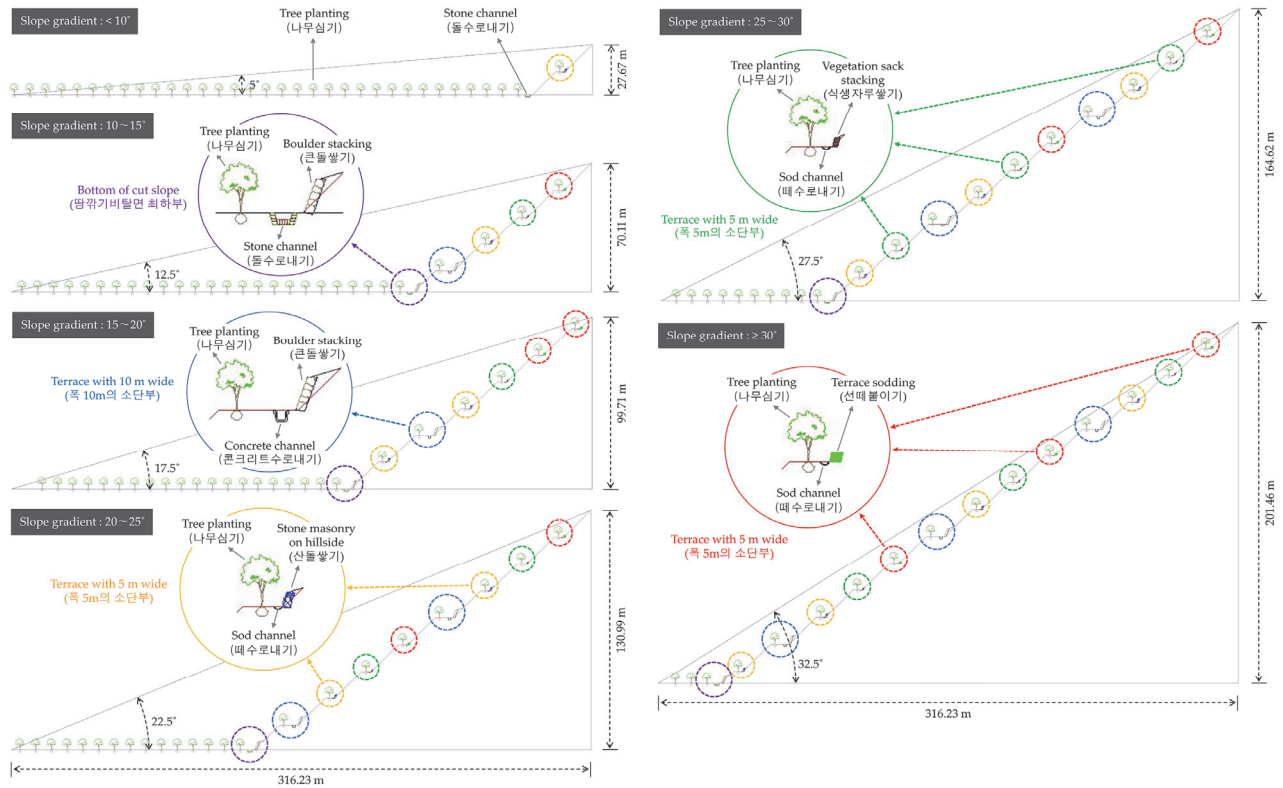
Standard work applied	Unit	Qty.					
		< 10°	10~15°	15~20°	20~25°	25~30°	≥ 30°
<i>Earth works</i>							
Cutting	m ³	1,995	2,625	6,247	7,045	12,920	16,813
Filling	m ³	1,995	2,625	6,247	7,045	12,920	16,813
Carrying sediment	m ³	399	525	1,249	1,409	2,584	3,363
Remained cut-wall slope grading	m ³						
Soil covering on terrace	m ³						
<i>Slope stability works</i>							
Boulder stacking	m ²		100	200	200	200	400
Underground laying structur)	ea			1	2	2	3
Stone masonry on hillside	m		200	200	300	200	400
Terrace sodding	m					200	200
Vegetation sack stacking	m	100	100	200	300	400	400
<i>Slope greening works</i>							
Seeding	m ²	874	2,262	3,000	2,595	3,090	3,832
Slope mulching	m ²				846	1,545	1,916
Tree planting	tree	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Sod planting	m ²				422	515	638
Seed-fertilizer-soil mixed spraying	m ²						
<i>Drainage works</i>							
Concrete channel	m						
Sod channel	m	204	200	200	200	200	200
Stone channel	m		30	33	41	41	63
Water collecting well	ea						
Rill control by sod	ea	5	10	20	20	40	60
Rill control by stone	ea			1	2	2	3
Sediment retarding basin	ea						

Appendix 3. Standard model for restoration of the site subject to permission for stone collecting or sale, and for mineral mining.



Standard work applied	Unit	Qty.					
		<math>< 10^\circ</math>	$10 \sim 15^\circ$	$15 \sim 20^\circ$	$20 \sim 25^\circ$	$25 \sim 30^\circ$	$\ge 30^\circ$
<i>Earth works</i>							
Cutting	m ³	686	5,731	10,587	20,584	30,360	48,176
Filling	m ³	686	5,731	10,587	20,584	30,360	48,176
Carrying sediment	m ³	137	1,146	2,117	4,117	6,072	9,635
Remained cut-wall slope grading	m ³	486	1,264	1,704	2,361	2,877	3,568
Soil covering on terrace	m ³	95	474	664	948	1,138	1,517
<i>Slope stability works</i>							
Boulder stacking	m ²	31	63	63	94	94	124
Underground laying structur)	ea			2	2	4	6
Stone masonry on hillside	m	32	79	110	142	173	221
Terrace sodding	m	13	31	44	56	69	82
Vegetation sack stacking	m	19	47	66	85	104	123
<i>Slope greening works</i>							
Seeding	m ²						
Slope mulching	m ²	679	1,769	2,385	3,305	4,028	4,280
Tree planting	tree	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Sod planting	m ²	97	252	340	472	575	713
Seed-fertilizer-soil mixed spraying	m ²	194	505	681	944	1,151	1,417
<i>Drainage works</i>							
Concrete channel	m		31	31	63	63	94
Sod channel	m	31	94	158	189	252	316
Stone channel	m	150	133	124	142	163	180
Water collecting well	ea	1	1	1	1	1	1
Rill control by sod	ea	5	10	20	30	40	60
Rill control by stone	ea			2	4	4	6
Sediment retarding basin	ea	1	1	1	1	1	1

Appendix 4. Standard model for restoration of the site subject to permission for sediment collecting.



Standard work applied	Unit	Qty.					
		< 10°	10~15°	15~20°	20~25°	25~30°	≥ 30°
<i>Earth works</i>							
Cutting	m ³	279	798	1,094	1,511	1,834	1,834
Filling	m ³						
Carrying sediment	m ³						
Remained cut-wall slope grading	m ³						
Soil covering on terrace	m ³						
<i>Slope stability works</i>							
Boulder stacking	m ²		63	63	94	94	124
Underground laying structure)	ea			2	2	4	6
Stone masonry on hillside	m	31	31	63	63	94	124
Terrace sodding	m		31	63	63	63	94
Vegetation sack stacking	m		31	31	63	94	94
<i>Slope greening works</i>							
Seeding	m ²						
Slope mulching	m ²	1,116	3,192	4,338	6,046	7,336	7,336
Tree planting	tree	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Sod planting	m ²	279	798	1,084	1,511	1,834	1,834
Seed-fertilizer-soil mixed spraying	m ²						
<i>Drainage works</i>							
Concrete channel	m		31	31	63	63	94
Sod channel	m	81	124	155	186	248	310
Stone channel	m	112	119	124	130	134	184
Water collecting well	ea	1	1	1	1	1	1
Rill control by sod	ea	5	10	20	30	40	60
Rill control by stone	ea						
Sediment retarding basin	ea	1	1	1	1	1	1