

## 토석채취지의 복구 실태 분석

박재현<sup>1)</sup> · 박종민<sup>2)</sup> · 이준우<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 진주산업대학교 산림자원학과 · <sup>2)</sup> 전북대학교 산림자원학과 · <sup>3)</sup> 충남대학교 산림환경자원학과

### Analysis of the Restoration Actual Conditions on the Quarries

**Park, Jae Hyeon<sup>1)</sup> · Park, Chong Min<sup>2)</sup> and Lee, Joon Woo<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> Dept. of Forest Resources, Jinju National University, Jinju, Korea,

<sup>2)</sup> Dept. of Forest Resources, Chonbuk National University, Jeonju, Korea,

<sup>3)</sup> Dept. of Environment & Forest Resources, Chungnam National University, Daejeon, Korea.

#### ABSTRACT

This study examined the actual conditions of quarries, aiming to offer preliminary data to help with restoration efforts of quarries after extracting rock material. The results are as follows. As for the current state of business, a classification of all sites surveyed showed the ratio of ceased operations : ongoing operations : quarries under restoration to be 58 : 5 : 37. Classified by the permit area, the ratio of the number of quarries with areas less than 20,000m<sup>2</sup> (2ha) : between 20,000m<sup>2</sup> (2ha) and 50,000m<sup>2</sup> (5ha) : 50,000m<sup>2</sup> (5ha) or more was 15 : 60 : 25. The classification by use of the rocks showed the ratio of construction aggregate (such as civil construction material) : building material : craft material to be 60 : 28 : 12. The ratio of quarrying methods of bench cut : slope quarry : vertical quarry wall is 40 : 18 : 42. It is indicated that 85% of all quarries surveyed are difficult to reclaim while 15% seem to be easier to restore. Among all surveyed, 34 sites were considered to be extremely difficult to restore. 17 of the 34 sites (50%) were quarry walls almost vertical that have been neglected after extraction. 16 of them (47%) were underground quarries that have left quarry walls deep under the ground. For the remaining 1 site, there doesn't seem to be any need for reclamation as it became totally flat after the extraction.

Key Words : *Quarry, Monitoring, Vertical quarry wall, Restoration effort.*

---

**Corresponding author** : Lee, Joon-Woo, Department of Environment and Forest Resources, Chungnam National Univ., Daejeon 305-764, Korea,  
Tel : +82-42-821-5749, E-mail : jwlee@cnu.ac.kr

**Received** : 24 February, 2010. **Revised** : 25 May, 2010. **Accepted** : 25 May, 2010.

## I. 서 론

우리나라의 중장기 건설투자 전망에 의하면 국토균형개발사업의 지속적인 추진과 SOC부문 정부 예산이 매년 1~2%정도 증가하여 2008년에는 약 118조에서 2013년에는 약 130조원으로 증가할 것으로 예상되는 가운데(한국건설산업연구원, 2007; 국토해양부, 2008a), 이에 따른 석재 및 골재 등의 수요도 지속적으로 높아질 것으로 판단된다. 따라서 국토해양부의 제4차 골재기본계획(2009~2013)에 의하면 산림골재의 수요가 꾸준히 증가하고 있으며, 이에 따라서 제4차에 대한 수요 요구가 지속적으로 증가하고 있는 실정이다(국토해양부, 2008a; 2008b). 그러나 현재 우리나라의 제4차장의 상황은 소규모이거나 영세한 제 D차장이 많으며, 사업장이 방치되거나 중단되는 등의 상황이 발생하고 있다. 이로 인해 토석채취장이 자연경관을 훼손시키고 부실한 복구로 인해 사회문제가 되고 있고(삼성에버랜드, 2002; 한국산지보전협회, 2005; 2007; 이준우 등, 2007; 조선일보, 2009), 한편으로는 사업 전후에 걸쳐 지역주민 및 지자체 등과의 마찰로 이어지고 있는 실정이다.

더욱이 토석채취장은 일선 시·군에서 관리하고 있어 복구현장의 주기적인 실태조사가 필요하며, 복구설계서 승인 기준대로 이행하고 있는지에 대한 지속적인 모니터링이 필요한 실정이다(산림청, 1993; 농림부, 2005). 또한, 산지관리법(산림청, 2003a; 2008b)이 제정된 이후 산지의 난개발을 방지하기 위해 토석채취 및 복구 전반에 대한 제도개선을 하여 왔으나, 토석채취허가 및 채석단지 지정제도 운영과정에서 사회 여건변화에 능동적으로 대처하는데 많은 어려움이 있다(산림청, 2006; 이준우와 차두송, 2008; 산림청, 2008b). 그리고 토석채취는 채취 운반 등 사업의 수행 과정에서 지역주민 및 시·군 등 지방자치단체와의 갈등으로 입지선정 및 인·허가에 많

은 어려움이 있으며(산림청, 2008b; 이준우·차두송, 2008; 서재철, 2009), 토석채취 사업 수행 후 복구가 완벽하지 않고 방치되는 경우가 있어 효율적이고 합리적인 국토이용 면에서 국가 및 지역사회 발전에 악영향을 미칠 수 있다(박영규, 2009). 또한 토석채취와 관련된 법률인 ‘산지관리법’에 의하면 가시권 등을 기준으로 허가제한을 하고 있는데, 기존 토석채취장 주변에 도로가 개설되는 경우에는 법률에 정한 가시권 안에 들어오게 되는 사례도 많아지고 있다(박종민 등, 2009). 이런 경우에는 산림경관의 훼손문제가 부가적으로 생기게 된다. 특히 채석장은 10년까지 훼손허가가 되고, 기간을 연장할 수도 있도록 되어 있기 때문에 장기간에 걸쳐서 산림환경과 경관을 훼손하는 대표적인 유형이라고 할 수 있다.

따라서 채석장의 복원은 중요한 사안으로 다루어져 왔다. 그러나 일부 제도적 미비점, 사업자의 성실성 여부, 채석 후의 복원목표와 그에 대응한 복원기술체계의 미비 등으로 인해 행정적 어려움과 함께 논란의 대상이 되고 있다. 한편, 기술적인 측면에서 토석채취장 복구는 지형의 복원 -> 구조적 안정 확보 -> 식생도입의 과정을 거쳐서 실행되어 지지만 광산에 있어서 지형의 복원은 매우 어렵다고 볼 수 있다(堀江, 2000). 따라서 지형의 복원이 어려운 경우, 식생도입이 가능하도록 잔벽의 구조적 안정을 확보하고 안정적으로 식생을 도입할 수 있도록 식생도입 기반의 구조적 안정을 도모하여야 한다. 복구의 최종단계인 식생도입은 주변 생태계에도 영향을 미칠 수 있는 중요 단계로서 도입수종의 선정과 생육기반 조성의 관점에서 고려하여야 한다(이준우 등, 2003). 따라서 본 연구는 모니터링 되고 있는 채석장의 실태조사를 통하여 채석장에 대하여 토석채취 후 합리적이고도 완벽한 복구를 실시하기 위한 기술적이고도 예시적인 기초자료를 제공하기 위하여 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구방법

토석채취를 위하여 현재 토석채취가 진행되거나 복구를 진행하는 곳, 사업을 중단하고 방치되어 있는 곳 등 전국의 토석채취장에 대하여 대표

적인 곳을 선정하기 위하여 표 1에서와 같이 산림청에서 복구가 현실적으로 완벽하게 이루어지고 있는가에 대하여 지속적으로 모니터링하고 있는 40개소에 대하여(산림청, 2008a) 토석채취·복구지 모니터링을 사전에 작성한 야장에 근거하여 현장조사를 실시하였다. 총 40개소의 조사지

표 1. 조사대상지 개황.

도별	소재지					허가사항			
	도	시·군	읍/면/구	리/동	지번	최초허가	허가기간	면적 (천m <sup>2</sup> )	수량 (천m <sup>3</sup> )
합계	40개소							1,738	15,077
경기	계(8)							386	1,573
	경기	포천	군내	하성북	산47외2	08.01.21~10.01.20	08.01.21~10.01.20	24	235
	경기	포천	군내	하성북	산46	07.12.31~09.12.30	07.12.31~09.12.30	65	138
	경기	포천	창수	가양	산68외1	08.04.21~10.04.20	08.04.21~10.04.20	58	211
	경기	포천	관인	초과	산57외1	07.08.08~09.08.07	07.08.08~09.08.07	26	22
	경기	포천	영북	자일	산59외1	08.01.01~09.12.31	08.01.01~09.12.31	46	144
	경기	포천	영북	자일	산59외1	08.03.05~10.03.04	08.03.05~10.03.04	33	654
	경기	안성	미양	마산	산29-1외1	04.11.18~07.11.30	04.11.18~07.11.30	50	169
충북	경기	광주	실촌	봉현	산154-1외1	~06.04.30	~06.04.30	84	
	계(2)							111	123
	충북	청원	옥산	환희	산87	08.04~13.12.31	08.04~13.12.31	48	123
충남	충북	음성	음성	한별	산31-1외3	97.5.31~98.12.31	97.5.31~98.12.31	63	08
	계(8)							277	2,981
	충남	보령	오천	오포	산64-11외2	07.07.31~10.07.31	07.07.31~10.07.31	44	277
	충남	서산	부석	창	산56	01.11.29~09.11.30	01.11.29~09.11.30	34	106
	충남	연기	전동	송성	산37외4	02.07.01~04.04.30	02.07.01~04.04.30	47	808
	충남	서천	비인	성북	산1-1외2	07.04.02~08.09.08	07.04.02~08.09.08	19	86
	충남	서천	서	신합	산45	06.12.21~09.10.30	06.12.21~09.10.30	9	28
	충남	당진	순성	성북	산71외5	05.01.03~07.12.31	05.01.03~07.12.31	58	393
전북	충남	당진	순성	성북	산66외5	05.07.01~07.12.31	05.07.01~07.12.31	49	1,283
	충남	보령	성주	개화	산62	95.7.19~96.6.30	95.7.19~96.6.30	17	08
	계(11)							384	3,236
	전북	고창	무장	교흥	산29	07.03.09~10.03.08	07.03.09~10.03.08	37	328
	전북	고창	부안	선운	산56외1	07.04.30~10.04.30	07.04.30~10.04.30	49	489
	전북	군산	서수	축동	산79-2	08.07.18~09.01.15	08.07.18~09.01.15	39	
	전북	남원	산동	목동	산110-2	05.10.20~08.12.31	05.10.20~08.12.31	30	381
	전북	순창	동계	관전	산15	05.01.31~09.12.31	05.01.31~09.12.31	10	12
	전북	완주	고산	소향	산106	06.05.11~06.12.10	06.05.11~06.12.10	47	
	전북	익산	낭산	용기	산62-2	06.02.01~09.12.19	06.02.01~09.12.19	14	15
	전북	익산	합열	홀산	산19-1	04.07.29~08.08.20	04.07.29~08.08.20	18	80
전북	정읍	산외	목곡	산99	07.09.12~12.07.31	07.09.12~12.07.31	38	318	
전북	정읍	소성	주천	산67	06.05.12~10.10.31	06.05.12~10.10.31	24	55	
전북	정읍	옹동	상산	산205	04.03.30~08.06.30	04.03.30~08.06.30	78	1,558	

표 1. 계속

도별	소재지					허가사항			
	도	시·군	읍/면/구	리/동	지번	최초허가	허가기간	면적 (천m <sup>2</sup> )	수량 (천m <sup>3</sup> )
전남	계(3)							172	1,484
	전남	무안	청계	송현	산78-5	04.01.02-06.11.30	04.01.02-06.11.30	44	463
	전남	해남	계곡	성진	산96-1	06.10.00-10.12.31	06.10.00-10.12.31	98	937
	전남	고흥	금산	어진	산193외1	05.04.01-10.03.31	05.04.01-10.03.31	30	84
경북	계(1)							40	31
	경북	성주	용암	선송	산45외4	07.10.26-08.10.25	07.10.26-08.10.25	40	31
울산	계(1)							77	150
	울산		북구	대안	산368외1	06.01.13-07.12.31	06.01.13-07.12.31	77	150
경남	계(6)							291	5,499
	경남	김해	김해	삼계	산98외7	94.12.01-08.08.19	94.12.01-08.08.19	88	3,147
	경남	고성	하이	봉원	산117외2	98.06.18-07.05.31	98.06.18-07.05.31	49	1,288
	경남	거창	용양	산포	산103-1외2	05.03.08-10.03.07	05.03.08-10.03.07	40	262
	경남	거창	주상	연교	산72외2	06.03.00-11.03.00	06.03.00-11.03.00	48	150
	경남	거창	주상	내오	산43외4	07.03.08-12.02.28	07.03.08-12.02.28	29	374
	경남	거창	주상	내오	산52외4	04.06.25-09.06.24	04.06.25-09.06.24	37	278

를 지역별로 구분하면 울산 1개소, 경기 8개소, 충북 2개소, 충남 8개소, 전북 11개소, 전남 3개소, 경북 1개소, 경남 6개소로 전북이 가장 많다. 조사는 2009년 3월부터 9월에 걸쳐 실시하였으며, 조사항목은 토석채취·복구지에 대한 기초사항으로 허가사항에 관련되는 항목인 조사지 위치, 업체명, 허가기간, 면적, 수량, 추진현황을 조사하였고, 입지조건으로는 지형, GPS좌표, 표고, 사면향, 경사를 조사하였으며, 채석현황에 관한 사항으로는 용도, 암종, 채석방식, 잔벽의 경사 및 높이를 조사하였다. 복구현황에 관한 사항은 복구면적, 복구기관, 복구예치비, 복구비, 복구공법을 조사하였고, 채석장의 유형 및 원인, 원인분류를 위하여 허가기간 중 사업의 수행 여부(진행, 중단 등), 허가기간의 종료 여부, 복구수행 및 진행상황(진행, 중단, 방치 등)을 현장 조사 및 담당공무원과의 면담 조사를 실시하였고, 상기사항에 대한 각각의 원인 및 유형 분류를 위하여 허가조건 등 기본사항 이행여부, 복구설계서 승인기준 준수 여부, 복구비 예치내역 및 복구 등

활용실태, 향후 복구방안을 현장조사 및 면담 조사를 실시하였다. 이러한 조사항목에 대하여 분석은 크게 채석지의 사업, 복구실태, 허가면적 및 채취면적, 채석방식, 용도 등의 유형을 분류한 후 분석의 자료로 활용하였다.

이와 같이 현장 조사된 자료를 근거로 현재 토석채취를 진행하는 곳, 또는 토석채취를 마치고 복구를 진행하는 곳에 대해서는 기왕의 복구설계서 등을 면밀히 검토하여 현장 상황에 맞도록 합리적인 복구방안을 마련하고, 기복구지의 경우에는 현지 조사를 통해 복구 성공여부를 판정, 복구가 더 필요한 부분에 대한 검토를 실시하였다. 뿐만 아니라 복구가 완료되지 못하고 방치된 지역에 대해서는 어떠한 복구방법을 선정해야 좋은가에 대한 검토 및 선진지의 토석채취에 따른 모범적인 복구 자료의 수집, 분석을 통해 합리적이고도 영구적인 복구방안을 마련하기 위한 자료 및 현장조사결과를 검토하고, 그에 따른 복구방안을 제시하였다.

**III. 결과 및 고찰**

1. 토석채취·복구 실태조사지 유형 분류

1) 사업현황 유형

토석채취·복구 실태조사지의 총체적인 유형

을 분류한 결과는 표 2와 같다. 사업현황유형은 사업 중단, 사업 진행 중, 복구 중, 복구완료의 유형으로 분류하였다. 이 유형 중 40개소 조사대상지에서 복구 완료된 사업체는 없는 것으로 나타났다으며, 사업 중단이 23개 업체로 전체 사업체 중

표 2. 토석채취·복구지 모니터링 실태조사지 유형분류.

도별	소계지					허가사항												
	도	시·군	읍/면/구	리/동	지번	사업현황			허가면적(천㎡)			채석용도			채석방식			
						중단	진행중	복구중	>2만	2만< >5만	5만<	골재	건축재	공예재	계단식	경사면	수직벽	
합계	40개소																	
	계(8)																	
경기	경기	포천	군내	하성북	산47외2			0		0		0			0			
	경기	포천	군내	하성북	산46			0		0	0			0				
	경기	포천	창수	가양	산68외1			0		0		0					0	
	경기	포천	관인	초과	산57외1	0				0				0				0
	경기	포천	영북	자일	산59외1	0				0			0			0		
	경기	포천	영북	자일	산59외1	0				0			0					0
	경기	안성	미양	마산	산29-1외1			0			0	0			0			
	경기	광주	실촌	봉현	산154-1외1			0			0	0						0
	계(2)																	
충북	충북	청원	옥산	환희	산87	0				0			0			0		
	충북	음성	음성	한별	산31-1외3	0					0		0			0		
	계(8)																	
충남	충남	보령	오천	오포	산64-11외2	0				0		0			0			
	충남	서산	부석	창	산56	0				0		0			0			
	충남	연기	전동	송성	산37외4			0		0		0			0			
	충남	서천	비인	성북	산1-1외2		0		0			0				0		
	충남	서천	서	신합	산45			0	0			0			0			
	충남	당진	순성	성북	산71외5		0				0	0				0		
	충남	당진	순성	성북	산66외5			0		0		0			0			
	충남	보령	성주	개화	산62	0			0			0			0			
	계(11)																	
전북	전북	고창	무장	교흥	산29	0				0			0				0	
	전북	고창	부안	선운	산56외1	0				0		0					0	
	전북	군산	서수	축동	산79-2			0		0		0			0			
	전북	남원	산동	목동	산110-2			0		0		0					0	
	전북	순창	동계	관전	산15	0			0					0		0		
	전북	완주	고산	소향	산106			0		0		0			0			
	전북	익산	낭산	용기	산62-2	0			0				0				0	
	전북	익산	함열	홀산	산19-1	0			0				0				0	
	전북	정읍	산외	목곡	산99	0				0		0			0			
	전북	정읍	소성	주천	산67	0				0		0					0	
	전북	정읍	용동	상산	산205	0					0	0					0	

표 2. 계속

도별	소재지					허가사항											
	도	시·군	읍/면/구	리/동	지번	사업현황			허가면적(천m <sup>2</sup> )			채석용도			채석방식		
						중단	진행중	복구중	>2만	2만< >5만	5만<	골재	건축재	공예재	계단식	경사면	수직벽
전남	계(3)							0	0			0			0		
	전남	무안	청계	송현	산78-5							0					0
	전남	해남	계곡	성진	산96-1	0						0					0
경북	계(1)																
	경북	성주	용암	선송	산45외4	0						0					0
	울산	계(1)											0				0
울산			북구	대안	산368외1			0				0					
경남	계(6)							0			0	0				0	
	경남	김해	김해	삼계	산98외7			0			0	0				0	
	경남	고성	하이	봉원	산117외2			0			0	0				0	
	경남	거창	웅양	산포	산103-1외2	0						0			0		0
	경남	거창	주상	연교	산72외2	0						0			0		0
	경남	거창	주상	내오	산43외4	0						0			0		0
경남	거창	주상	내오	산52외4	0						0			0		0	

약 58%를 차지하였는데, 사업 중단 사유는 자금난으로 인한 휴업계 제출 및 중단, 사업부도, 자금난으로 인한 타 업체로의 이전과정 중, 채취하고자 하는 석재의 질이 좋지 않아 일시 중단 중, 장비미확보로 인한 작업 중단 등의 사유로 나타났다. 즉, 사업 중단중인 업체 중 허가면적이 2만 m<sup>2</sup>(2ha) 미만인 영세사업자의 경우는 4개 사업체로 사업 중단된 업체 중 약 20%에 이르는 것으로 나타났다. 사업이 진행 중인 사업체는 전체 조사대상 사업체 중 2개소(5%)로 나타났다. 또한, 복구가 진행 중인 사업체는 15개 사업체로 전체 사업체 중 약 37%로 나타났다. 즉, 사업 중단, 사업 진행 중, 복구 중인 사업체의 비율을 비교해 보면, 58 : 5 : 37로 나타나 사업 중단 비율이 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 조사대상지 가운데 토석굴취·채취를 위한 사업체들이 영세하거나 자금 부족 등의 사유로 사업을 중단하는 경우가 높은 비율을 차지한다는 의미로 향후 토석굴취·채취를 위한 허가는 이러한 점을 고려하여 추진해야 할 필요가 있음을 의미하는 것으로 판단된다.

2) 허가면적 유형

허가면적을 기준으로 하여 유형을 분류한 결과, 허가면적이 2만m<sup>2</sup> 미만인 사업체는 전체 사업체 중 6개소로 전체 사업체의 15%를 차지하였으며, 2m<sup>2</sup> 이상 5만m<sup>2</sup> 미만인 사업체는 24개 사업체로 이는 전체 사업체 중 60%로 가장 많았으며, 5만m<sup>2</sup> 이상인 사업체는 10개 사업체로 전체 사업체 중 25%로 나타났다. 즉, 5만m<sup>2</sup> 이상인 사업체는 3개 또는 4개 사업체와 협력하여 채석단지로 지정받아 사업을 진행할 수 있는 여건이 되므로 이를 적극 권장하는 것이 산림훼손 및 사업의 진행 등에 여러 장점이 있을 것으로 사료된다. 그러나 허가면적이 2만m<sup>2</sup> 미만인 영세 사업체는 양질의 석재를 굴취·채취하려고 하는 경우를 제외하고 대부분 자금부족 등의 이유로 사업이 중단되는 경우가 많으므로 최초 토석채취허가시 허가면적 및 채석경제성 등에 보다 면밀한 검토가 필요할 것으로 사료된다. 아울러 허가면적을 기준한 유형을 분류할 때 2만m<sup>2</sup> 미만 : 2만m<sup>2</sup> 이상 5만m<sup>2</sup> 미만 : 5만m<sup>2</sup> 이상의 비율은 15 : 60 :

25로 나타났다.

### 3) 채석용도, 목적 및 채석방식 유형

한편, 채석용도에 따른 유형은 골재채취용(토목자재로 사용되는 용도 등), 건축재용, 공예용으로 구분하여 분류한 결과, 골재채취용으로는 전체 조사대상지 40개소 중 24개소로 이는 조사대상지 중 60%로 가장 많았으며, 건축재로 사용하기 위해 채석굴취·채취한 사업체는 11개 사업체로 이는 전체 조사대상지 중 약 28%로 나타났다. 또한, 공예용을 목적으로 하는 사업체는 5개소로 약 12%를 나타내었다. 즉, 이를 골재채취용 : 건축재용 : 공예용으로 구분하면 60 : 28 : 12로 분석되었다. 아울러 채석방식으로 유형을 구분한 결과, 계단식채석방식으로 구분되는 사업체는 총 16개 사업체로 전체 조사대상지 중 40%로 나타났고, 경사면채석방식은 7개 사업체로 전체 조사대상지 중 18%를 차지하였으며, 수직벽채석방식은 17개소로 전체 조사대상지 중 약 42%를 나타내었다.

또한, 각각의 채석방식에 대한 유형분류 결과, 계단식 채석방식 : 경사면채석방식 : 수직벽채석방식은 40 : 18 : 42로 수직벽채석방식이 가장 많았으며, 계단식채석방식이 이와 비슷한 개소수로 나타났다. 즉, 토목용이나 쇄골재용으로 사용하기 위하여 채석을 하는 골재채취용도는 24개소 중 15개소가 계단식채석방식으로 채석을 함으로써 약 63%를 차지하였으며, 경사면채석방식은 3개소(약 13%), 수직벽채석방식은 6개소(25%)로 나타났다. 골재채취용으로는 채석작업 후 복구녹화가 원만하게 진행될 수 있는 계단식채석방식이 가장 높게 나타났으며, 수직벽채석방식도 약 25%나 높게 나타나 아직도 석재채취를 위한 수직벽식 채굴방식을 따르는 곳이 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 건축재를 생산하기 위하여 채석을 하는 경우에는 계단식채석방식을 채택한 사업체는 11개 사업체 가운데 1개소(약 10%)뿐이었고, 3개소(약 27%)가 경사면채석방식을 채

택하였으며, 나머지 6개소(약 55%)가 수직벽채석방식을 채택하는 것으로 분석되었다. 공예용으로 채석하는 사업체에서는 전체 5개 사업체 중 4개소(80%)가 수직벽채석방식을 채택하여 채석작업을 하는 것으로 분석되었다. 이와 같이 건축재 및 공예용으로 사용하기 위한 토석채취는 수직벽채석방식을 채택함으로써 지하로 굴취하거나 보다 많은 양의 석재를 굴취·채취하기 위하여 노력하는 것으로 분석되었다. 따라서 수직벽채석방식은 채석사업 후 남게 되는 잔벽의 복구 녹화가 대단히 어렵고 산지관리법에 의하여도 규정에 맞지 않는 채석방식으로 이러한 방식의 채석작업은 관리 감독자의 철저한 관리 감독이 필요하며, 추후 복구 녹화가 가능하도록 계단식 채석방식으로 유도하는 것이 필요하다고 사료된다. 부득이 수직벽채석방식을 채용할 경우에는 그에 대한 복구 대책 그리고 타 용도로 전환할 수 있는 계획의 수립 등 산지경관훼손을 저감시키고 원활한 복구 녹화를 위하여 구체적인 계획을 수립한 후 채석방식을 채택하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 한편, 산림청(2008a)은 전국의 토석채취지 약 503개소를 조사하였으며, 작업추진 현황은 토석채취작업 진행 367개소, 토석채취 및 복구작업 진행 31개소, 복구작업 진행 23개소, 사업종료 또는 중단 71개소로 조사되었다고 보고하였고, 토석채취 방식은 계단식채석방식이 288개소, 수직벽식채석방식이 103개소, 경사면채석방식이 86개소, 기타 26개소로 계단식채석방식이 가장 많은 것으로 나타났다고 보고하였다. 또한, 잔벽의 경사는 60° 이상이 288개소로 가장 많았으며, 잔벽의 높이는 15m 이상이 약 306개소로 조사되었다고 보고하였다. 이는 본 연구와 어느 정도 맥을 같이 하는 것으로 실제 우리나라 전체 채석사업에 따른 모든 현장의 조사는 어려우나 일괄적이고 표준화된 조사 야장을 전국 담당자에게 배포 후 조사가 이루어진다면 우리나라에 분포하는 토석굴취·채취지에 대한 보다 자세한 자료를 얻을 수 있으며, 각 채석장에 대한 관리가 가능하여 채석

표 3. 채석지의 유형 및 복구난이도에 따른 분류.

구분	용도 및 채굴방법	가시권의 유무	경사도 및 복구난이도	유형
채석	A (건축·공예용 일부 토목용)	가시권(c)	45° 이상(4)	Ac4
			30~45°(3)	Ac3
			15~30°(2)	Ac2
			15° 미만(1)	Ac1
		비가시권(d)	45° 이상(4)	Ad4
			30~45°(3)	Ad3
			15~30°(2)	Ad2
			15° 미만(1)	Ad1
	B (쇄골재용)	가시권(c)	45° 이상(4)	Bc4
			30~45°(3)	Bc3
			15~30°(2)	Bc2
			15° 미만(1)	Bc1
		비가시권(d)	45° 이상(4)	Bd4
			30~45°(3)	Bd3
			15~30°(2)	Bd2
			15° 미만(1)	Bd1

\* : 경사도에 따른 복구난이도는 4(어려움), 3, 2, 1(쉬움)의 순이다.

사업 후 복구에 보다 효율적으로 이용할 수 있을 것으로 사료된다.

아울러 채석지의 가시권과 복구에 따른 유형을 분류한 결과는 표 3에서와 같다. 채석지의 용도 및 채굴방법 [(건축·공예용·일반 토목용, A), (쇄골재용, B)]에 따른 유형을 분류하면, 가시권은 c, 비가시권은 d로, 경사도 45° 이상은 4로, 30~45°은 3으로, 15~30°은 2로, 15° 미만은 1로 했을 때(이준우 등, 2003; 2007; 이준우·차두송, 2008), 모니터링 조사대상지는 모두 인근 도로나 마을 등에서 가시 되는 지역이고, 경사도에 따른 복구 가능 여부에 대한 유형은 총 조사 대상지 40개소 중 채석 후 잔벽의 경사도가 45° 이상(4) 되는 곳이 34개소로 Ac4 유형에 속하며, 이는 복구가 가장 어려운 곳으로 분석되었다. 즉, 전체 조사대상지의 85%는 조사범위 중 45° 이상인 경사로 모두가 잔벽경사가 80° 이상인 곳이 대부분으로 복구

가 대단히 어려운 상태인 것으로 나타났으며, 잔벽이 거의 없고 평탄지로 된 지역, 계단식 채석을 하였으나 중간복구 등을 통해서 완벽하게 복구가 진행되는 곳 등 6개소가 채석지의 유형 및 경사도(복구난이도)에 따른 유형으로 Ac3, Ac2, Ac1의 수준인 유형으로 분석되었다. 즉, 복구가 가능하며 수월하게 복구되는 부분이 전체 모니터링 조사대상지 가운데 15%로 분석되었다.

## 2. 토석채취·복구지 모니터링대상지 복구실태 분석

전체 조사대상지 중 복구 중인 사업체는 15개 사업체로 전체 조사대상 사업체 중 약 37%로 나타났다. 복구형태는 계단식채석방식을 채택한 사업체의 경우는 단간사면에 종자를 파종하거나 새 등을 심고 성토한 소단에 소나무 등 수목을 식재하고 초류 종자 등을 파종하거나 심는 등의



복구를 실시하였다. 특히 상단부로부터 채석을 하면서 하단부로 진행되는 과정에서 계단식으로 채석을 진행하면서 복구도 병행하는 등 중간복구를 실시하면서 진행한 채석사업지는 전무한 실정이다. 반면에 울산시 복구 동명산업(주)의 경우 상단부에서부터 하단부로 채석을 진행하면서 복구도 동시에 실시한 곳으로 조사되었다. 아울러 과거 계단식채석을 규정하지 않은 산림법 상의 적용을 받았던 때(산림청, 2003a)의 토석채취허가지는 경사면채석방식으로 채석을 진행하였기 때문에 복구시에는 복토를 하고 수목을 식재하거나 파종해야 하는 곳으로 복구 녹화가 어렵게 진행되고 있는 것으로 분석되었으며, 특히 수직 잔벽이 남는 석재굴취·채취를 한 채석사업지는 복구 녹화가 거의 불가능한 상태로 진행되고 있는 것으로 분석되었다. 즉, 계단식으로 성토를 하고 그에 따라 조성되는 단간 소단에 수목을 식재하거나 사면에 파종을 할 때 채석 잔벽 상단부까지 복구가 진행되지 않는 문제점을 낳고 있다(이준우 등, 2003; 2007).

뿐만 아니라 복구를 해 놓고도 완전히 복구가 되지 않았다는 느낌을 줄 뿐만 아니라 식생으로 인한 복구가 진행되는 아주 오랜 시간 동안 훼손된 상태로 남게 되어 경관훼손의 문제를 낳고 있는 것이 더 큰 문제라고 판단된다(한국산지보전협회, 2005; 조선일보, 2009). 한편, 지하채굴에 의해 남겨진 지역은 복구가 매우 어려우며, 이러한 지역의 경우에는 흙이나 잔토를 이용하여 지하 채굴한 지역을 매립하고 성토 후 복구를 하게 되는데, 이러한 경우도 매립할 흙이 많지 않고 그 양도 방대해 쉽게 복구가 어려운 상황이다. 따라서 이러한 지역의 경우 경기도 포천 아트 밸리나 서울시 중랑구 면목동과 같이 폭포공원이나 타 용도로 전환하여 공공의 이익을 위하여 사용하는 방안도 강구할 필요가 있을 것으로 사료된다(조선일보, 2009). 즉, 이러한 경우 사업주와 담당 행정관청 그리고 산지관리위원회(중앙, 지방) 등의 협의에 의하여 타 용도로 전환 또는 공원 등으로

이용할 수 있는 방안에 대하여 검토하는 제도를 만들어 적용하는 것도 바람직할 것으로 사료된다.

더욱이 토석굴취·채취지에 대한 복구시 주요하게 적용되는 복구공법에 대한 선행연구결과(한국산지보전협회, 2007; 이준우 등, 2007), 주요 복구공법으로는 식재기반 조성으로 객토 또는 복토의 유실을 방지하기 위해 흙막이 공사(78%)로 돌단쌓기가 주류를 이루고 있었으며, 잔벽면 녹화공법으로는 식재공법과 종비토뿌어붙이기가 대부분인 것으로 분석되었다.

아울러 채석 잔벽이 발생한 지역의 경우에는 최하단의 안식각을 유지하여 10미터 정도 성토 후에 관목과 교목을 식재하여 수림화를 유도하고, 2단 이상에는 단이 형성된 부분에는 돌쌓기를 하고 내측에 성토하여 관목(진달래, 개나리 등)과 만경류(담쟁이, 아이비, 송악 등)를 식재하여 녹화하고, 자연식생의 이입을 유도하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 또한, 소단이 형성되지 않은 잔벽에는 제비집 공법을 적절히 채택하여 관목과 만경류로 녹화하고, 자연식생의 이입을 유도하는 것이 바람직할 것으로 생각된다(이준우·차두송, 2008).

복구예치비에 따른 비용을 분석한 결과, 채석 잔벽이 수직에 가깝게 이루어졌거나 지하채굴에 의하여 웅덩이가 발생한 지역에서는 복구예치비만으로 복구를 할 경우에는 지하채굴지 매립토 구입 등에 소요되는 비용, 잔벽의 복구 녹화를 위한 비용 그리고 퇴적지 등 주변 복구를 위한 비용 등을 고려할 때 완벽한 복구·녹화를 위해서는 복구예치비로는 완벽한 복구·녹화가 어려운 실정이며, 이로 인해 복구·녹화가 미진한 것으로 분석되었다. 아울러 채석 후 평탄지와 가깝게 되는 경우에는 복구·녹화에 따르는 비용이 복구예치비보다 실제 저렴하게 소요되는 것으로 분석되었다. 특히 토석굴취·채취 후 공원 등 타 용도로 전환하는 경우에는 예치된 복구비보다는 지자체 등의 부담비용이 증가하게 되고 이는 지자체에서 기획사업으로 진행하지 않으면 예치된 복



채석잔벽 하단 녹화 성공 사례



채석잔벽에 대한 담쟁이덩굴 녹화 성공 사례

그림 1. 채석 잔벽에 대한 녹화 성공 사례.

구비로는 완전히 충당하기가 어려운 것으로 판단된다. 따라서 토석굴취·채취 사업시 그 지역이 토석굴취·채취 후 복구단면 등을 검토할 때 어떻게 변화할 것인가를 예측되는 경우에는 복장기적으로 어떤 용도로 이용할 것인가에 대하여 지자체와 사업자간에 충분히 검토가 이루어져야 하고, 이에 대한 복구·녹화도 그 계획에 맞물려 복구·녹화기간, 사업비 등이 책정되어야 할 것으로 사료된다. 이와 같이 토석채취 후 타용도로 전환하고자 하는 경우에는 토석채취 허가시부터 지자체 등과 함께 타용도 전환에 대한 계획을 동시에 세워서 사업을 진행해야 성공할 수 있을 것으로 사료된다.

### 3. 복구가 대단히 어렵거나 불필요하다고 판단되는 채석장에 대한 분석

전체 40개 조사대상지에서 복구가 대단히 어려운 상태라고 판단되는 조사지는 34개소로 나타났다. 이러한 조사지의 유형을 분석한 결과 석재채취·굴취 후 수직에 가깝게 존치한 채석 잔벽으로 인해 복구가 어려운 조사지는 17개소(50%), 갱내 채굴로 인하여 지하 깊숙이 채석 잔벽이 발생된 조사지는 16개소(47%), 채석으로 평탄화 된 경우 1개소(3%)로 분석되었다. 따라서 이 지역에 대하여 복구할 수 있는 방안을 검토한 결과 다음과 같다.

#### 1) 석재채취·굴취 후 수직에 가깝게 존치한 채석 잔벽에 대한 복구

석재채취·굴취를 위한 토석채취는 보다 우수한 석재를 채취하기 위하여 지하채굴을 하게 되고, 그에 따라 채석 잔벽은 수직에 가깝게 남게 되는 실정이다. 따라서 이렇게 남은 수직에 가까운 잔벽은 복구가 거의 불가능한 수준이며, 이러한 수직 잔벽은 위치, 지형, 형태에 따라서 경관에 악영향을 미치게 되므로 타 용도로 전환하는 것이 필요할 것으로 사료된다(조선일보, 2009). 즉, 석재 채취·굴취 후 남게 되는 수직 잔벽의 처리계획을 채석허가시 또는 채석 중이라도 채석지를 관리하는 지자체 담당자 등의 건의에 따라 산지관리위원회(중앙, 지방)에 의견을 묻도록 하고, 산지관리위원회에서 실사 후 적절한 조치를 취할 수 있도록 하는 방안의 있도록 필요할 것으로 사료된다. 즉, 업무 프로세스는, 석재채취·굴취에 따른 수직 잔벽의 복구를 위한 지자체의 산지위원회(중앙, 지방) 자문 개최 요구 → 산지위원회(중앙, 지방) 개최 → 수직 잔벽의 복구 정도를 위한 현장 실사 → 수직 잔벽의 복구 방향 설정의 프로세스를 거쳐 복구를 실시하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 또한, 석재채취·굴취 후 남게 되는 수직에 가까운 잔벽은 당초 발생되지 않도록 하는 것이 가장 중요하나 남게 되는 경우에는 지자체마다 실태 조사를 하고 산지위원회의 검토를 실시하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

그리고, 일본의 사례(이준우 등, 2003)에서와 같이 복구대상이 되는 채석지에 대하여 공통 관심사를 가지고 있는 관계자들이 협의체 또는 회의체를 구성하여 지역정서와 주위 경관과 어울리는 복구방법을 찾아내고 실행하는 방법도 고려할 수 있다고 생각된다. 이와 같이 하게 되면, 지역에 복구불가능지에 대한 전체적인 검토가 이루어질 수 있으므로 복구 계획도 일목요연하게 되고 지자체 및 주민의 요구, 법적·제도적 검토 등이 한꺼번에 이루어 질 수 있기 때문에 사업의 효율성을 기할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 2) 갭내 채굴로 인하여 지하 깊숙이 채석 잔벽이 발생된 경우

갭내 채굴로 인하여 지하 깊숙이 채석 잔벽이 계단식으로 발생된 지역에 대해서는 갭내로 복구를 하더라도 밖으로 노출되지 않으며, 복구효과도 크게 나타나지 않을 뿐만 아니라 갭내로 성토를 하는 것도 그 비용이 막대하게 소모되므로 이러한 지역에 대해서는 선형 사례와 같이 폐기물 처리장으로 용도 변경하거나 타 용도로 사용할 수 있도록 하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 그러나 그에 대한 전문가 및 주민, 환경단체 등의 의견을 수렴하여야 하는 바, 이러한 경우에는 폐기물처리장 등 타 용도로 사용하는 것에 대한 산지관리위원회(중앙, 지방)의 검토가 필요할 것으로 사료된다(산림청, 2003a). 단, 이러한 경우에 산지관리위원회 개최시에는 그 지역 주민 대표, 환경단체 대표, 지자체의 장 또는 위임자 등 관련되는 사람들의 의견이 반드시 수렴될 수 있도록 제도적으로 보완해야 할 것으로 사료되며, 특히 폐기물 처리장 등 타 용도로 사용하고 자 할 때에는 환경영향에 대한 검토가 필수적이라 판단된다.

#### 3) 채석 후 평탄지로 되어 복구가 필요하지 않다고 판단되는 경우

토석채취·굴취 후 채석 잔벽이 발생되지 않

고 평탄지로 되는 경우에는 이 토지에 대한 사용 즉, 산지전용에 의한 타용도 전환에 따른 절차의 기간 등이 발생될 경우 복구·녹화를 실시하여야 하는데, 타용도로 전환하게 될 경우 복구·녹화한 식물을 추후 제거하는 등 경비 발생 등에 따른 불합리한 문제가 발생할 수 있다고 판단된다. 따라서 이러한 경우에도 채석지를 관리하는 지자체 담당자 등의 건의에 따라 산지관리위원회(중앙, 지방)에 의견을 묻도록 하고, 산지관리위원회에서 실사 후 적절한 조치를 취할 수 있도록 하는 방안의 검토가 필요할 것으로 사료된다. 즉, 업무 프로세스는, 석재채취·굴취에 따른 평탄지로 된 부분의 복구를 위한 지자체의 산지위원회(중앙, 지방) 자문 개최 요구 → 산지위원회(중앙, 지방) 개최 → 채석 후 평탄지에 대한 현장 실사 → 평탄지의 복구 방향 설정의 프로세스를 거쳐 복구를 실시하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 즉, 이러한 절차를 거치지 않더라도 이러한 지역에 대해서는 산지재해 등이 발생되지 않는다고 판단되는 부분에 대해서는 강우시 침식 등에 의한 재해를 예방하는 차원에서 복구가 가능할 수도 있으므로 이에 대한 검토가 필요할 것으로 사료된다. 특히, 토석채취·굴취 후 채석지가 완전히 평탄화 되거나 채석지의 80% 이상이 평탄화 되는 경우에 대한 평탄지의 사용 및 복구조치에 대한 검토가 필요할 것으로 사료된다. 한편, 채석 후 평탄지로 조성된 지역에 대한 타용도 전환에 대해서는 홍콩의 사례(박종민 등, 2009)를 참고할만한 것으로 판단된다.

#### 4. 채석장의 복구공법 예시

채석장의 복구에 대한 개념은 원상복구의 개념이나 개량복구의 개념과는 다른 채석장의 사면안정 및 식생녹화 즉, 안정·녹화를 의미하는 것으로, 시공 후 일정한 기간 내에 적절한 녹화목표수준에 달성될 수 있도록 설계·시공해야 한다(산림청, 2000). 즉, 채석적지 복구공사는 그 목적에 따라 크게 안정공사와 녹화공

사로 구분할 수 있다. 안정공사는 각종 구조물을 이용하여 비탈의 붕괴를 방지하기 위한 공사로 주로 산림토목공사가 이에 해당되며, 녹화공사는 식생재료를 이용하여 비탈의 식생 피복을 위한 공사로서 주로 파종 및 식재공법이 이에 해당되는데, 각각의 공종(공법)은 설계에 필요한 안정·녹화공사용 주요 공종(공법)에 따른다. 따라서 채석 잔벽의 경사도가 일반적으로 60° 내외(또는 1 : 0.6 내외)로 대단히 급한 암석사면에 초목을 파종·식재하여 단기간 내에 안정·녹화시킨다는 것은 현실적으로 매우 곤란할 뿐만 아니라, 녹화공사비가 석재 값에서 차지하는 비율이 지나치게 많아져서 채석사업이 불가능해질 우려도 있으며, 이로 인하여 석재 및 쇄골재의 부족 등으로 토목·건축사업에 큰 지장이 초래될 수도 있을 것이다, 그러므로 채석 잔벽의 안정·녹화공사의 기술수준 및 녹화목표수준에 어느 정도 실현가능한 범위 내에서 기준이 설정될 필요가 있다. 이때에 재래식 산지사방공법에 의존하여 파종과 식재공사를 실시하게 되면 적어도 10년 이상의 대단히 오랜 세월이 경과해도 채석 잔벽이 완전히 녹화될 수 없는 사례가 나타난다(삼성에버랜드, 2002; 산림청, 1993; 이준우 등, 2007). 한편, 비교적 큰 규모의 채석적지 비탈면이라도 특수한 암벽녹화공법 즉, 종자·비료·유기질계 재료 등을 혼합한 중비토뿔어붙이기공법·후층객토뿔어붙이기공법 등으로 시공하게 되면 시공 후 불과 1년 정도 지나면 암반비탈이 일단 식생으로 녹화된다고 사료된다(삼성에버랜드, 2002; 한국산지보전협회, 2007). 아울러 기존 산복 사방녹화공종(공법)에 의한 녹화공사지에서는, 주로 어린 묘목의 식재 및 종자의 부분적 파종 또는, 씨뿌리기에 의존하게 되므로, 시공 5년 내에 전체 채석장의 초목 혼합의 평균식피율이 70% 이상이 되도록 해야 할 것으로 사료된다. 시공 당시에는 식피율 적용이 곤란하므로, 다른 시공내용(예, 식재 및 활착본수, 묘목의 품질 및

크기, 파종 및 발아면적 및 상태, 공작물 시공 상태 등)을 기준으로 평가해야 할 것이다. 하자 보수기간이 2년간이므로 이러한 복구목표(시공 후 5년에 70% 녹화)는 비현실적이고 실효성이 적다고 볼 수 있다. 따라서 기존 공법 적용시에도 식재묘목은 관목성 대표, 특히 분묘를 식재할 필요가 있을 것으로 사료된다. 식재묘목의 규격은 교목은 수고 1m 이상으로 규정할 필요가 있을 것으로 사료된다. 또한, 중비토뿔어붙이기공법과 같은 공법에 의한 속성암벽녹화공법시공지에서는 주로 초목종자를 유기질재료와 함께 섞어서 동시에 분무 산파하는 것이므로, 시공 1년 내의 식피율이 80% 이상이 되고 또한, 발아 생립한 식생밀도를 2,500주/ha 이상으로 해야 하며(산림청, 2003b), 채석 잔벽 이외의 지역 즉, 퇴적장 및 산물처리장 등지의 녹화식재공사시에는 가급적 황폐지녹화용 적응수종 대표(교목은 수고 1m 이상)로서 1ha당 5,000본 이상으로 밀식하고, 시공 5년 내에 평균식피율이 90% 이상이 되도록 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

채석장의 표준유형에 대한 표준적인 안정·녹화공사 설계를 위한 주요 적용 공종(공법)별 채용수량 기준(ha 기준)은 표 4와 같다. 채석장 복구 설계시에는 이 표준공종배치표를 기준으로 조정·채용할 필요가 있으며, 채석장상태가 이 표준 공종적용만으로는 미흡하거나, 그 밖에도 필요한 경우에는 다른 안정·녹화공종(공법)을 추가 적용하여 가급적 조속히 채석장이 안정되고 식생이 조성·녹화되도록 충분히 배려해야 할 것으로 사료된다. 이 기준은 채석허가면적 1ha를 기준으로 한 것이므로 허가면적의 증감에 따라서 각 공종별 적용수량도 증감하게 된다. 또한, 채석 잔벽의 규모의 크기에 따라라도 시공비에 할증율이 적용된다. 아울러 녹화식재공사에서는 침엽수(상록수형)와 활엽수(낙엽수형)의 혼식비율 50 : 50을 기준으로 할 필요가 있을 것으로 사료된다(산림청, 2003b).

표 4. 채석장 유형에 대한 안정 · 녹화공사설계를 위한 표준공종(공법) 배치기준(채석장 면적 1ha 기준).

부위별 적용공종(공법)	단 위	쇄골재채취장의 경우
- (잔벽주위 토석구역 : 보전구역 : 600m <sup>2</sup> )		
① 비탈 돌 흙막이(길이 4m × 6개소)(높이 0.5m)	m	24
② 비탈 돌 수로내기(소형)(0.3 × 0.9 × 0.3m)	m	120
③ 새심기(새 · 솔새 등의 풀포기)	m <sup>2</sup>	100
④ 녹화식수공법(교목수종은 수고 1m 이상)	본(묘목)	250
- (채석잔벽비탈 구역 : 사면적 3,500m <sup>2</sup> , 평면적 1,700m <sup>2</sup> )		
① 잔벽비탈 다듬기(3,500m <sup>2</sup> × 0.15m)	m <sup>3</sup>	520
② 비탈 돌 단쌓기(높이1m)	m	100
③ 비탈 돌 수로(소형)(0.3 × 0.9 × 0.3m)(중배수로)	개소	50
④ 새집공법(길이 3m × 높이 1m 돌쌓기 구조 (녹화식수 6본/집)	m <sup>3</sup> (객토) 본(묘목)	(45) (300)
⑤ 소단상 객토식수공법(침엽수 · 활엽수 · 관목 혼효식재) (소단연장 230m × 너비 1m × 두께 0.3m 객토 = 70m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup> (객토) 본(묘목)	70 (500)
⑥ 비탈 객토자루새심기(20ℓ × 150개)(객토 3m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup> (객토)	3
⑦ 덩굴식물녹화공법(담쟁이덩굴, 등나무 기타)	(자루/주) 본(묘목)	(600) (500)
⑧ 차폐수벽공법(가로수 규격의 대묘)	m	50
※ 분사식 씨뿌리기공법	m <sup>2</sup>	
※ 종비토 뿔어붙이기 공법	m <sup>2</sup>	
- (산물처리장 및 퇴적장구역 : 6,800m <sup>2</sup> )		
① 퇴적장비탈 다듬기(1,000m <sup>2</sup> × 0.2m)	m <sup>3</sup>	200
② 비탈돌 단쌓기(높이 1m)	m	100
③ 비탈 돌 흙막이(높이0.5m)(깊이4m × 25개소)	m	100
④ 옹벽(석축 높이 2m · 대석 사용)	m	30
⑤ 돌 수로내기(소형)(0.3 × 0.9 × 0.3m)	m	400
⑥ 돌 수로내기(중형)(0.5 × 1.5 × 0.5m)	m	50
⑦ 돌 조공(잡석 사용)	m	300
⑧ 새심기(새, 솔새 등의 풀포기)	m <sup>2</sup>	100
⑨ 줄떼심기(반떼 사용)	m	300
⑩ 줄 씨뿌리기공법(줄너비 0.2m × 3,000m = 600m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	600
⑪ 녹화식수공법(교목수종은 수고 1m 이상의 대묘)	본(묘목)	3,490
⑫ 차폐수벽공법(가로수 규격의 대묘)	m	30
※ 개토공사(6,800m <sup>2</sup> × 0.1m = 680m <sup>3</sup> /2)	m <sup>3</sup>	340
- (진입로 · 기타구역 : 900m <sup>2</sup> )		
① 비탈다듬기(900m <sup>2</sup> × 0.05m)	m <sup>3</sup>	50
② 비탈 돌 흙막이(높이 0.5m)(길이 4m × 8개소)	m	32
③ 돌 수로내기(소형)(0.3 × 0.9 × 0.3)	m	30
④ 새심기(새, 솔새 등의 풀포기)	m <sup>2</sup>	50
⑤ 줄 씨뿌리기공법(줄 너비 0.2m × 300m = 600m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup>	60
⑥ 녹화식수공법(교목수종은 수고 1m 이상 대묘) (※ 도시지역 또는 특수한 경우에 한함)	본(묘목)	300
(1ha 당묘목 식재본수 합계)(덩굴식물 제외)	(본)	(5,000)

출처 : 산림청, 2000. 채광 · 채석지의 적정복구비용 산정 등에 관한 연구. 산림청. 315pp.

## IV. 결 론

본 연구는 현재 모니터링되고 있는 채석장의 실태조사를 통하여 토석채취 후 합리적이고도 완벽한 복구를 실시하기 위한 기초 자료를 제공하기 위하여 수행한 결과는 다음과 같다.

1. 토석채취·복구 실태조사지의 유형을 분류한 결과, 사업현황유형은 사업 중단, 사업 진행 중, 복구 중인 사업체의 비율을 비교해 보면, 5 : 8 : 5 : 37로 나타나 사업 중단 비율이 가장 높은 것으로 나타났다. 허가면적을 기준으로 한 유형을 분류한 결과 2만m<sup>2</sup>(2ha) 미만 : 2만m<sup>2</sup> 이상 5만m<sup>2</sup> 미만 : 5만m<sup>2</sup> 이상의 비율은 15 : 60 : 25로 나타났다.

2. 채석용도에 따른 유형 분류 결과 골재채취용 : 건축재용 : 공예용으로 구분하면 60 : 28 : 12로 분석되었다. 채석방식으로 유형을 구분한 결과, 계단식 채석방식 : 경사면채석방식 : 수직벽채석방식은 40 : 18 : 42로 수직벽채석방식이 가장 많았다.

3. 전체 조사대상지의 85%가 복구가 대단히 어려운 상태인 것으로 나타났으며, 복구가 가능하며 수월하게 복구되는 부분이 전체 모니터링 조사대상지 가운데 15%로 분석되었다.

4. 전체 조사대상지에서 복구가 대단히 어려운 상태라고 판단되는 조사지는 34개소로 유형을 분석한 결과, 석채채취·굴취 후 수직에 가깝게 존치한 채석 잔벽으로 인해 복구가 어려운 조사지는 17개소(50%), 갱내 채굴로 인하여 지하 깊숙이 채석 잔벽이 발생된 조사지는 16개소(47%), 채석 후 평탄지로 되어 복구가 필요하지 않다고 판단되는 조사지는 1개소(3%)로 분석되었다.

## 인 용 문 헌

- 국토해양부. 2008a. 2009년도 골재수급계획. 23pp.
- 국토해양부. 2008b. 제4차(2009~2013) 골재수급 기본계획. 20pp.
- 농림부. 2005. 석산개발 지역의 환경친화적 천공 녹화 공법의 개발. 농림부. 149pp.
- 라파즈한라시멘트(주). 2003. 석회석광산 생태복원 계획. 라파즈한라시멘트(주). 110pp.
- 박영규. 2009. 산지전용허가기준의 개선방안. 월간 산림과학정보 213 : 8-9.
- 박종민·이준우·윤호중. 2009. 홍콩의 채석장 식생복원공법에 관한 분석. 한국환경복원기술학회지 12(5) : 121-132.
- 산림청. 1993. 채석적지 복구공사의 계획·설계·시공 및 준공검사에 관한 기준 개발 연구. 산림청. 219pp.
- 산림청. 2000. 채광·채석지의 적정복구비용 산정 등에 관한 연구. 산림청. 315pp.
- 산림청. 2003a. 산지관리분야자료집. 산림청 고시 제2004-6호, 제2005-12호.
- 산림청. 2003b. 산지관리업무편람. 산림청. 191pp.
- 산림청. 2006. 채석허가 및 복구제도 개선방안. 185pp.
- 산림청. 2008a. 토석채취 허가·복구지 Monitoring 체계 마련 및 활성화 방안. 238pp.
- 산림청. 2008b. 산림관계법령집. 산림청. 1119pp.
- 삼성에버랜드. 2002. 채광완료부지 복구설계-라파즈한라시멘트 석회석광산-. 111pp.
- 서재철. 2009. 광주 동림동 석산 복원의 교훈. 산사랑 23 : 36-39.
- 이준우·김남춘·남상준·박종민·차두송. 2003. 석회석광산의 식생녹화방법에 관한 고찰-일본 이부키광산과 부코우광산의 사례연구. 한국환경복원녹화기술학회지 6(6) : 72-85.
- 이준우·신경희·이창석. 2007. 현행 광산복구방법의 문제점과 그 개선방안. 자연환경복원포럼 자료집. 309-334pp.
- 이준우·차두송. 2008. 산림토목사업 감리제도의 효율화 방안에 관한 연구. 산림공학기술 6(3) : 211-220.
- 조선일보. 2009. 돌 캐낸 상처 절경으로 아물다. 조선일보 5월 14일자 120판 D1.

- 한국건설산업연구원. 2007. 골재산업의 중장기육성방안.
- 한국산지보전협회. 2005. 대규모 산지훼손지 실태조사, 원인분석 및 지속가능한 산지보전을 위한 모니터링 방안. 한국산지보전협회. 286pp.
- 한국산지보전협회. 2007. 산림훼손 복구지 사후관리 모니터링에 관한 연구. 183pp.
- 堀江保夫. 2000. 日本における緑化技術-自然環境を創出する緑化工. 廢炭鑛地の環境復元緑化技術開發 國際심포지엄 자료집. pp.1-56.