

## 석재 산업 및 부산물 동향 조사

채광석\* · 이영근 · 구남인 · 윤호중 · 임종환

국립산림과학원 산림생태연구과

## A Study on the Trend of Stone Industry and Residue

Kwang-Seok Chea\*, Lee Young Geun, Namin Koo, Hojoong Youn and Lim Jong-Hwan

Forest Ecology Division, National Institute of Forest Science, Seoul, Korea

**요약:** 석재는 역사적으로 빌딩용 석재, 거석, 장식용 석재, 사냥 및 연마 등 다양한 용도로 사용된다. 세계 석재 생산은 채석 부산물을 제외하고 2018년 1억 5,300만톤 생산하여 전년도 대비 0.8% 증가한 것으로 나타났다. 석재 생산과 비례하여 석재 부산물은 석재 생산량의 71%를 차지한다. 석재 무역은 전년도 5,800만톤보다 150만톤 감소한 5,650만톤이 거래되었다. 2018년 석재 무역에서 평균 가격은 2.5% 감소하였고, 석재 생산 결과 세계 상위 12개 수출 국가 기준으로 약 7% 감소하여 34달러(USD/m<sup>2</sup>)로 나타났다. 석재 평균 가격 순위의 주요 3개국은 이탈리아, 그리스 및 브라질은 더욱 많은 가격 상승을 보여주었다. 2018년에 전체적으로 석재 수입과 수출은 8억 1,500만 m<sup>2</sup>이며, 200억달러(USD) 이상 수익이 발생했다. 석재 수입은 주로 6개 국가가 주도하여 중국, 이탈리아, 터키, 인도, 브라질, 스페인 및 포르투갈 순서로 많았다. 인구 천명당 세계 석재사용은 2001년 117 m<sup>2</sup>에서 2017년 264 m<sup>2</sup>, 2018년 266 m<sup>2</sup>로 증가했다. 석재 사용량은 2배 이상 증가 했고, 최근에 조금 감소하고 있으며 천명당 1,000 m<sup>2</sup> 이상 사용하는 국가는 유일하게 스위스, 한국, 사우디아라비아 및 벨기에이지만, 가장 많이 증가한 국가는 중국, 인도 및 미국 순이다. 국제 경기 침체에도 불구하고 석재 무역은 지속적으로 증가하여 2025년 6,985만톤으로 판단된다.

**핵심어:** 석재, 수입, 수출, 부산물, 동향

**Abstract:** Stone has been used for various purposes, such as for building stones, megaliths, ornamental stones, hunting and grinding throughout history. The global stone production amounted to around 153 million tons in 2018 excluding quarry waste, up 0.8% on year. Of them, stone residues accounted for 71%. The worldwide stone trading decreased 1.5 million tons to 56.5 million tons in 2018. The average price of stone was 34.1 USD per square meter, down 2.5% from the previous year. It's down 7% when only considering trading between the world's top twelve exporters. But in the three leading countries, Italy, Greece and Brazil, the price saw a sharp increase. In 2018, stone imports and exports totaled 815 million square meters, raising over 20 billion USD of revenue. Imports were largely led by six countries: China, Italy, Turkey, India, Brazil, Spain and Portugal, from largest to smallest.) In terms of stone use per 1,000 population, it was 117 square meters in 2001, and it increased to 264 square meters in 2017 and 266 square meters in 2018. The volume more than doubled during the period, but it has been declining slightly in recent years. China, India, Saudi Arabia and Belgium were the only countries that the stone use per 1,000 population exceeded 1,000 square meters. The increase rate was steepest in China, India and the United States, from largest to smallest. The global stone production is likely to grow to 69.85 million tons by 2025, despite the global economic downturn.

**Keywords:** Stone, Export, Import, Residue, Trends

---

\*Corresponding author

Tel: +82-2-961-2626

E-mail: chea2547@korea.kr

## 서 언

석재는 바닥재, 포장재, 묘석 및 기념비, 특별작업, 내부장식, 건축구조물, 계단에 사용한다(Ashmole *et al.*, 2008). 그 중에서 바닥재 및 포장재가 35%로 가장 많은 점유율을 차지한다(Table 1). 세계 석재 생산은 채석 부산물을 제외하고 2018년 1억 5,300만톤 생산하여 0.8% 증가하였다. 석재 무역에서는 전년도 5,800만톤보다 150만톤 감소한 5,650만톤이 거래되었다. 결과적으로 국제 석재시장의 감소는 정치 및 경제에 비교적 영향이 적은 국내 시장 판매 기회가 되었다. 대리석과 장식용 석재는 모든 국가에서 생산하는데도 불구하고, 채석 생산은 일부 국가에 집중되었다(AIM, 2020). 3개 국가만 1,000억톤 이상 석재를 생산하여 중국, 인도 및 터키 순으로 석재 생산을 많이 했고, 세계 채석량의 56%를 차지하며 세계 석재 시장에 많은 영향이 주었다(Table 2). 석재 생산 과정에서 발생하는 부산물 처리는 전 세계적인 문제로 발

생하였다. 특히 이런 종류의 부산물은 비생분해성, 미세한 크기 분포, 중금속 및 TPH 함량 특성은 문제의 심각성을 더욱 증가 시킨다(Zichella *et al.*, 2020). 2017년에 3억 1,000만톤(100%) 석재를 가공했을 때 완제품은 9,000만톤(29%)이고, 기타 2억 2,000만톤(71%)는 채석장 부산물과 석재가공 부산물(Table 3)로 분류되어 자원의 재활용이 시급한 문제로 부상하였다(Careddu *et al.*, 2019).

과거에 석재산업은 우리나라의 국토개발과 경제적

**Table 3.** Global production and waste of dimension stones in 2017

World stone productions	1,000tons
World quarry production	310,000
World quarry net production (raw blocks)	152,000
World processed production (finished products)	90,000
Quarrying waste/scrap	158,000
Stone processing waste/scrap	62,000

**Table 1.** Main uses of dimension stone

Division	Flooring and paving	Memorial art	Special works	Wall cladding	Structural works	Steps	Other uses
Share (%)	35	18	18	17	7	3	2

**Table 2.** Leading quarry production from 1994 to 2018

Country	1994		2014		2015		2016		2017		2018	
	1,000 tons	%	1,000 tons	%	1,000 tons	%	1,000 tons	%	1,000 tons	%	1,000 tons	%
CHINA	7,500	16.1	42,500	31.1	45,000	32.1	46,000	31.7	49,000	32.2	48,000	31.4
INDIA	3,500	7.5	20,000	14.7	21,000	15.0	23,500	16.2	24,500	16.1	26,000	17.0
TURKEY	900	1.9	11,500	8.4	10,500	7.5	10,750	7.4	12,250	8.1	12,000	7.8
IRAN	2,500	5.4	7,000	5.1	7,500	5.4	8,000	5.5	8,700	5.7	9,000	5.9
BRAZIL	1,900	4.1	8,750	6.4	8,200	5.9	8,500	5.9	8,350	5.5	8,250	5.4
ITALY	8,200	17.7	6,750	4.9	6,500	4.6	6,250	4.3	6,300	4.1	6,000	3.9
EGYPT	1,000	2.2	4,200	3.1	5,000	3.5	5,250	3.6	5,300	3.5	5,000	3.3
SPAIN	4,250	9.1	4,850	3.6	4,750	3.4	5,000	3.4	4,900	3.2	4,950	3.2
PORTUGAL	1,950	4.2	2,750	2.0	2,700	1.9	2,600	1.8	2,750	1.8	3,000	2.0
USA	1,350	2.9	2,650	1.9	2,700	1.9	2,800	1.9	2,750	1.8	2,850	1.9
GREECE	1,800	3.9	1,300	1.0	1,250	0.9	1,200	0.8	1,500	1.0	1,450	1.0
FRANCE	1,150	2.5	1,200	0.9	1,250	0.9	1,300	0.9	1,350	0.9	1,350	0.9
S.ARABIA	250	0.5	1,300	1.0	1,200	0.9	1,250	0.9	1,250	0.8	1,300	0.8
PAKISTAN	200	0.4	1,000	0.7	1,050	0.7	1,100	0.7	1,100	0.7	1,200	0.7
SUBTOTAL	36,500	78.5	115,750	84.8	118,600	84.3	123,500	85.0	130,000	85.4	130,350	85.2
OTHERS	10,000	21.5	20,750	15.2	21,400	15.7	21,500	15.0	22,000	14.6	22,650	14.8
TOTAL	46,500	100	136,500	100	140,000	100	145,000	100	152,000	100	153,000	100

번영을 지지하는 기간산업의 역할을 해왔다. 어렵고 영세한 산업기반 아래에서도 원석과 골재 등 석재자원을 이용한 산업활동이 이뤄져 왔으며, 한국의 석재 생산은 1990년 75만톤으로 포르투갈과 대등한 수준의 석재 강국이였다. 그러나 현재는 중국산 석재의 국내시장 잠식으로 경쟁력이 약해지고, 값싼 석재의 무분별한 수입과 빈약한 국가지원으로 위축되었다. 우리나라는 임산물 총생산액의 25.2%(Fig. 1)를 차지할 정도로 석재의 비중이 높지만, 국내 석재산업 규모는 전년도 대비 26.8% 감소한 50,206억원(Table 4)으로 감소하여 경향이 나타나 석재산업 진흥과 석재 생산에 대한 대책이 필요하다(KIGAM, 2020). 이러한 수요에 따라 2020년 1월 9일 석재산업 진흥에 관련 법률이 국회 본회의를 통과하고, 2020년 2월 18일 석재산업진흥법이 제정되었다. 이 법을 기반으로 산림청은 석재산업 진흥을 위한 정책을 종합적으로 계획하고 추진할 발판이 마련되어 무엇보다도 산업발전과 환경보전의 조화 속에서 산업발전을

추진하고 있어 제2의 석재산업 부흥기를 맞이하고 있다.

### 석재 무역 현황

2018년 석재 무역(Code 68.02)에서 수출량은 중국이 8,204천톤으로 가장 많았고 터키, 인도, 이탈리아, 브라질 순서였다. 수출액의 순위는 조금 변화가 있어 중국이 5,007백만달러(USD)로 가장 높았고 이탈리아, 인도, 터키 및 브라질 순서였다(Table 5). 반면에 평균 가격은 이탈리아가 가장 높아 1,442달러(USD/ton)이고 독일, 그리스, 브라질 및 벨기에 순서였다. 수출량 및 수출액에서 중국이 가장 중요한 위치를 차지하며(Fig. 2) 평균 가격은 전년도 대비 2.5% 감소하였다. 전체적으로 석재 생산 결과 세계 상위 12개 수출 국가 기준으로 약 7% 감소하여 가격은 34.1달러(USD/m<sup>2</sup>)이다. 석재 평균 가격 순위의 주요 3개국 이탈리아, 그리스 및 브라질은 더욱 많은 증가를 보

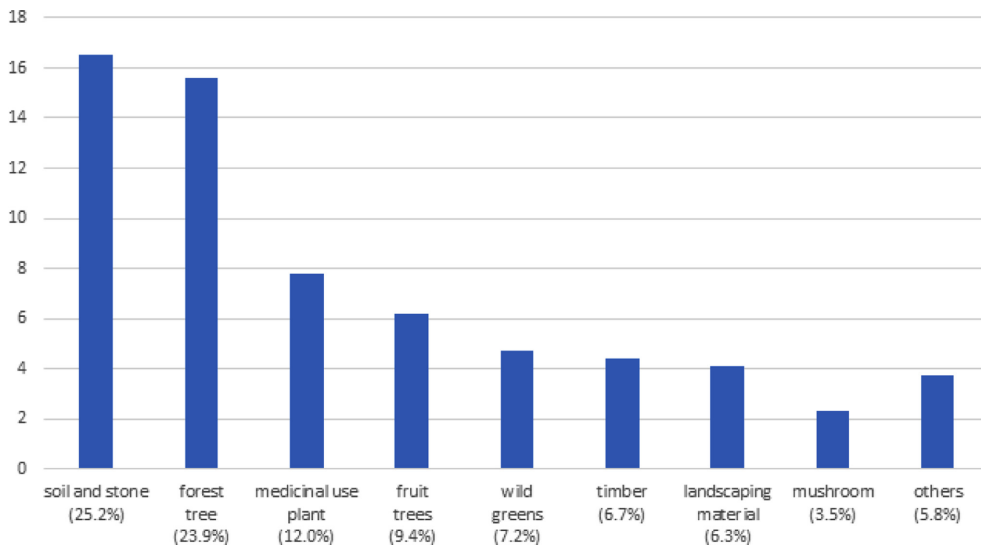


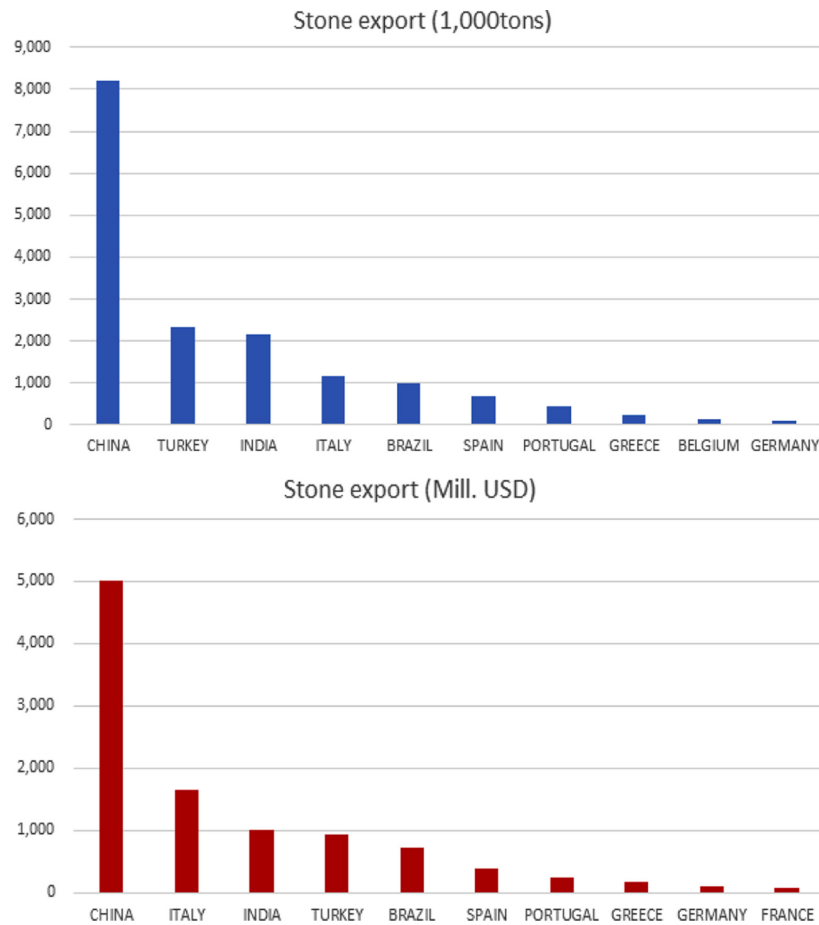
Fig. 1. Gross production of Korea's forest products in 2019.

Table 4. Domestic stone industry market size from 2014 to 2018. (KRW:100 million won)

Distinction	2014	2015	2016	2017	2018
Soil and rock extraction	18,414	25,855	34,689	33,978	17,336
Stone processing products	2,532	2,608	2,907	2,928	2,949
Stone import and export	7,929	8,082	8,746	9,520	9,845
Stone construction	13,755	15,771	19,346	22,200	20,076
Total	42,629	52,316	65,688	68,626	50,206

**Table 5.** Special processed stone exports(code 68.02) and average prices from 2016 to 2018

Country	1,000 tons			Mill. USD			USD/ton			USD/m <sup>2</sup>			Index		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
ITALY	1,365	1,241	1,147	1,706	1,645	1,654	1,250	1,326	1,442	67	71	77	100	100	100
GERMANY	94	93	83	107	111	106	1,145	1,202	1,228	61	64	66	91	90	85
GREECE	241	240	221	166	173	181	692	722	823	37	39	44	55	54	57
BRAZIL	1,239	1,185	1,002	862	843	720	696	711	719	37	38	38	55	53	49
BELGIUM	158	159	125	83	92	83	530	580	668	28	31	36	42	43	46
CHINA	9,085	9,124	8,204	6,270	5,149	5,007	690	564	610	37	30	32	55	42	42
SPAIN	744	638	664	419	385	396	863	564	597	46	30	32	69	42	41
MEXICO	108	78	80	78	55	46	725	710	586	39	38	31	58	53	40
PORTUGAL	411	425	435	223	227	247	542	536	569	29	28	30	43	40	39
FRANCE	122	133	144	74	76	74	613	574	516	33	31	27	49	43	35
INDIA	1,970	1,923	2,144	1,005	977	1,009	510	508	470	27	27	25	40	38	32
TURKEY	2,046	2,209	2,345	923	927	942	451	419	401	24	22	21	36	31	27
TOTAL	17,583	1,7493	16,594	11,922	10,666	10,471	678	609	631	36	32	34	54	46	43

**Fig. 2.** Special processed stone exports in 2018.

여주었다. 제품 생산량 증가와 국외 판매 감소 결과로 실제로 소비되는 국내 시장은 더욱 중요한 위치를 차지했다(AIM, 2020).

### 석재 수출 현황

2018년 석재 수입 및 수출은 8억 1,500만 m<sup>2</sup> 이며, 200억달러(USD) 이상 수익이 발생했다. 1,000억만달러 이상 석재 수출 국가는 중국, 이탈리아 및 터키로 세계 수출액의 56.8%를 차지하였고 대부분의 국가에서 전년도와 비교하여 석재 수출이 감소하였다(Table 6). 중국과 브라질은 더 큰 폭으로 석재 수출이 감소했으며, 포르투갈 석재 수출을 제외한 모든 국가에서 완제품은 2%이상 감소했다. 석재 수출 순위는 중국, 이탈리아, 터키, 인디아, 브라질, 스페인 및 포르투갈 순서로 나타났다. 석재 제조 및 생산이 100만톤이 넘

는 그리스를 추가하면 전세계 수출에 72%를 차지했다(AIM, 2020).

자연석 석재 수출은 2010~2014년까지는 꾸준히 증가하는 경향이 보였으나 2015년부터 감소하기 시작하여 2017년 20,600억만달러(USD)까지 감소하였다. 인공 석재 또한 유사한 경향으로 2010년~2014년까지는 꾸준히 증가하는 경향은 같았으나 2016년 일시적으로 감소했다가 2017년 9,320억만달러로 증가하였다(Table 7). 수입량에는 국가별로 상당한 차이가 있었으며, 최소 100만톤 이상 수입하는 국가 순서는 중국, 미국, 한국, 독일 인도 및 프랑스로 모두 합치면 세계 석재 수입의 45.6%를 차지하였다. 인공석의 국제 가치는 현재 자연석의 30%까지 도달했고(2010년 21.5% 대비) 인공석은 국제 시장에서 더욱 경쟁력이 있었다(AIM, 2020).

Table 6. Stone exporters from 2017 to 2018

Year	Cod.	China	Italy	Turkey	India	Brazil	Spain	Portugal	Others	Total
2017 mill. USD	25.15	17.6	452.9	4,403.2	39.1	6.0	142.6	71.8	867.6	2,700
	25.16	32.1	38.8	9.2	812.5	177.7	34.4	32.6	539.0	1,675
	68.01	266.8	34.5	4.4	6.9	7.5	13.9	46.7	177.5	560
	68.02	5,149.7	1,645.9	927.0	977.7	843.3	385.8	227.8	4,752.1	14,910
	68.03	158.5	8.3	0.6	9.6	38.5	291.4	5.5	236.5	750
	Total	5,824.7	2,184.4	2,044.4	1,845.8	1,073.0	868.1	384.4	6572.7	20,595
2018 mill. USD	25.15	13.5	435.9	944.3	39.1	10.9	101.6	100.3	779.1	2,425
	25.16	36.1	40.7	8.6	819.6	176.1	52.3	37.0	555.1	1,725
	68.01	265.7	37.0	6.6	3.8	6.1	17.2	58.5	183.0	578
	68.02	5,007.3	1,654.6	942.2	1,009.3	720.4	396.7	247.7	461.0	14,649
	68.03	162.6	7.5	0.5	13.7	41.1	295.2	5.4	241.9	768
	Total	5485.2	2,175.7	1,902.2	1,885.5	954.6	863.0	448.9	6430.0	20,145

Table 7. Value of the exports from 2010 to 2017

Years	Natural Stone			Artificial Stone			Total	
	mill.USD	Index	%	mill.USD	Index	%	mill.USD	%
2010	16,350	100.0	78.5	4,480	100.0	21.5	20,830	100.0
2011	17,960	109.8	75.7	5,760	128.6	24.3	23,720	113.9
2012	19,360	118.4	76.1	6,090	135.9	23.9	25,450	122.2
2013	22,250	136.1	74.2	7,720	172.3	25.8	29,970	143.9
2014	22,870	139.9	74.0	8,940	179.5	26.0	31,810	152.7
2015	22,760	139.2	73.2	8,350	186.4	26.8	31,110	149.4
2016	21,100	129.1	72.7	7,920	176.8	27.3	29,010	139.3
2017	20,600	126.0	68.9	9,320	208.0	31.1	29,320	140.8

## 석재 사용 현황

세계 석재사용은 인구 천명당 2001년 117 m<sup>2</sup>에서 2017년 264 m<sup>2</sup>, 2018년 266 m<sup>2</sup>로 지속적으로 증가했다(AIM, 2020). 석재 사용은 2001년 이후에 2배 이상 증가 했고, 최근에 조금 감소하고 있지만 인구 천명당 1,000 m<sup>2</sup> 이상 사용하는 국가는 유일하게 스위스, 한국, 사우디아라비아 및 벨기에이고, 가장 많이 증가한 국가 순위는 중국, 인도 및 미국로 나타났다(Table 8). 포르투갈과 스페인은 국제 석재시장을 주도하는 국가임에도 불구하고 매년 감소하는 특이한 경향이 나타났다. 한국은 석재사용량이 2014년 이후 매년 크게 증가했고, 2018년만 감소해 인구 천명당 1,340 m<sup>2</sup>로 나타났다(Fig. 3).

## 가공석재 수출 현황

가공석재 수출 상위 6개 국가는 중국, 인도, 터키, 이란, 브라질 및 이탈리아다. 세계 채석의 70%를 생산하고, 20년 동안 30% 이상 성장했지만, 경제 침체 등 외부의 원인으로 인해 브라질과 이탈리아는 더욱

두드러지게 정체 상태가 나타났다(Table 9). 가장 큰 변화는 인도 석재 생산이 꾸준히 증가하고, 중국에서 화강암 원료 수입량이 증가한 것이다. 특별히 약 5,000억톤의 석재를 채석하는 중국은 세계적으로 대리석 및 석재 채석 생산량의 31%에 해당하는 생산 1위를 유지하고, 인도는 17%까지 점유율이 상승했다. 완제품 가격은 2016년 67.6달러(USD/m<sup>2</sup>), 2017년 71.7달러와 비교하여 2018년 78달러로 꾸준히 증가하고 있다(AIM, 2020).

## 중국 석재 수출 및 수입 현황

중국은 2018년 8,559백만달러(USD)로 석재산업 규모가 가장 큰 국가이다. 연평균 기대 성장률은 4.5% 유지하면, 2026년 12,221백만달러로 성장할 전망이다(KFS, 2021). 이는 중국은 다른 국가의 석재 산업 관련 중요 결정을 좌우 할수 있는 선두 국가라는 의미이다. 석재 중 Code(25.15, 25.16, 68.01, 68.01 및 68.03)은 4년 연속해서 수출액이 감소했다(Table 10). 2014년 6,664백만달러에서 2018년 5,485백만달러로 감소했다. 또한 수입액도 2014년 2,997백만달러에서 2018

**Table 8.** Global stone use per 1,000 population from 2001 to 2018. (m<sup>2</sup>/1,000inh.)

Country	2001	2013	2014	2015	2016	2017	2018
SWITZERLAND	1,493	1,558	1,894	1,733	1,746	1,773	1,719
SOUTH KOREA	556	1,013	892	1,063	1,307	1,446	1,340
S.ARABIA	779	1,727	1,573	1,770	1,680	1,510	1,317
BELGIUM	1029	1,775	1,708	1,475	1,485	1,485	1,303
PORTUGAL	938	714	735	806	775	756	798
ITALY	1040	875	865	815	798	767	751
SPAIN	1147	516	551	558	595	628	683
TAIWAN	891	1,040	1,084	984	792	635	626
NETHERLANDS	543	360	354	455	581	405	538
UN.KINGDOM	144	356	481	504	525	471	458
FRANCE	447	547	485	521	491	501	453
GERMANY	525	392	462	405	404	425	408
GREECE	1367	459	360	355	382	357	374
CHINA	60	304	298	300	322	365	372
BRAZIL	78	327	321	297	304	290	316
USA	190	270	307	318	304	347	302
INDIA	38	115	122	147	161	157	158
JAPAN	273	162	153	128	118	118	112
OTHERS	72	152	174	180	184	181	189
WORLD	117	226	237	243	252	264	266

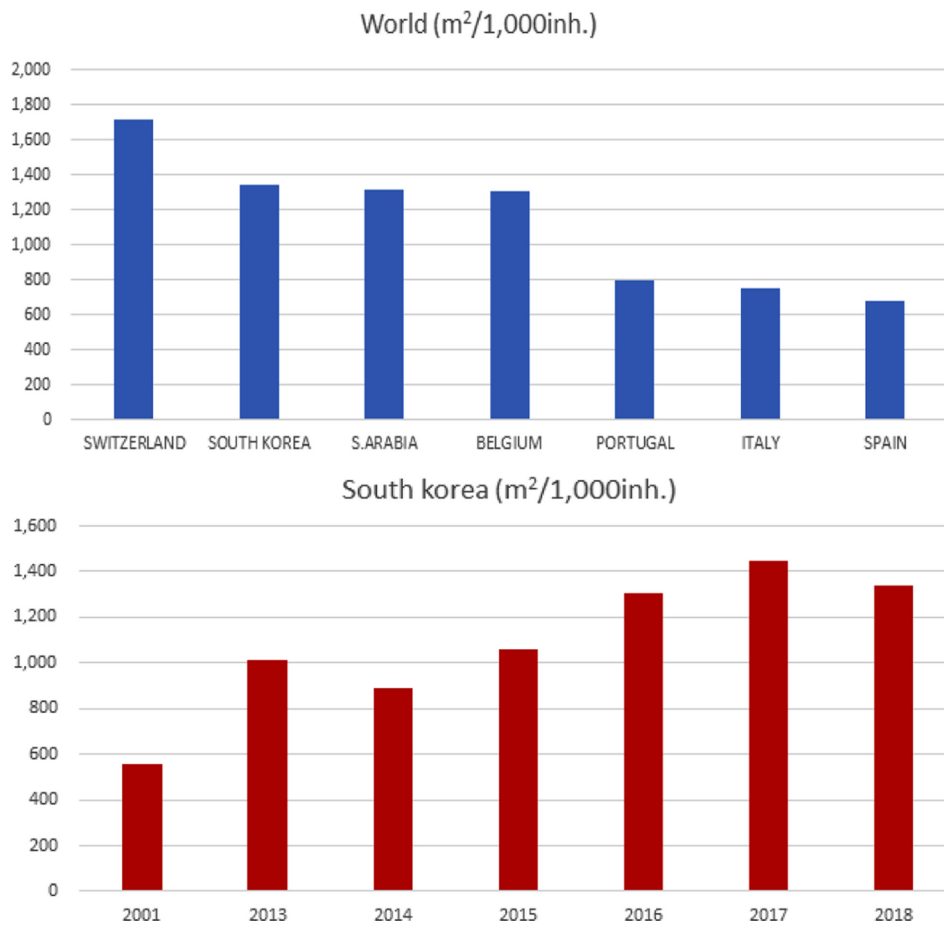


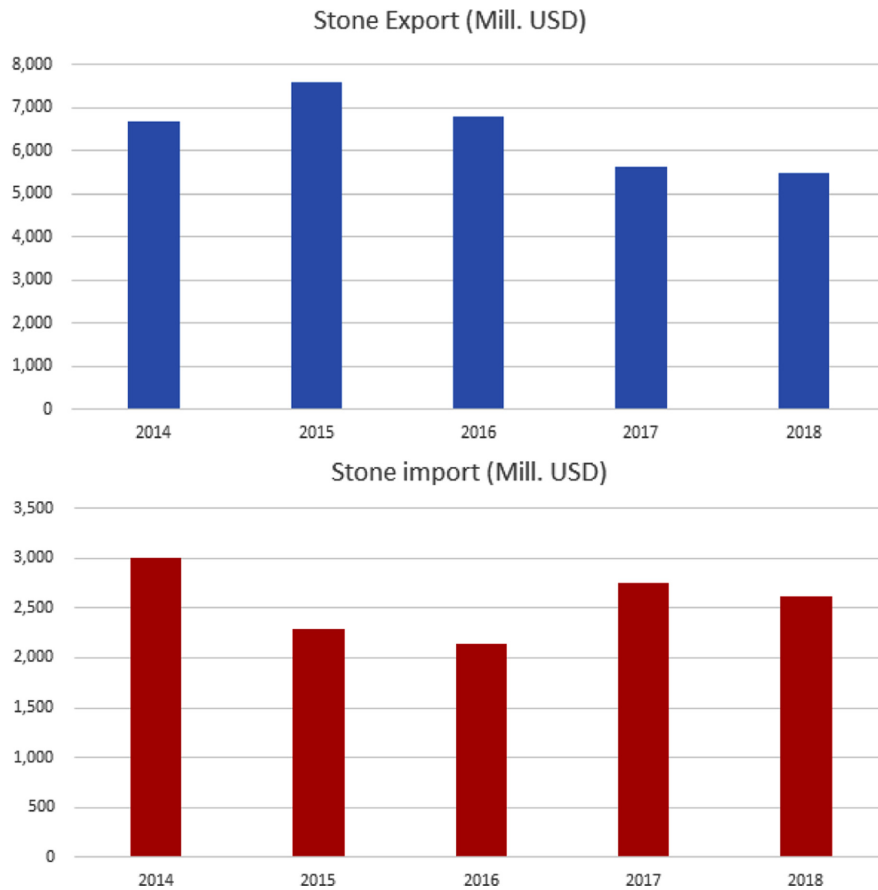
Fig. 3. Global and South Korea's stone use per 1,000 population.

Table 9. Exporters of processed stone (Code 68.02) from 2016 to 2018

Country	Total exports (Mill.USD)			Processed stone exports (Mill.USD)		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
TURKEY	142,503	157,055	168,023	923.9	942.2	942.2
GREECE	27,811	32,604	39,445	166.8	173.5	181.9
PORTUGAL	55,677	62,182	68,452	223.1	227.8	247.7
INDIA	260,327	295,847	323,056	1,005.5	977.7	1,009.3
ITALY	461,529	506,307	546,643	1,706.5	1,645.9	1,654.6
BRAZIL	185,235	217,739	239,889	862.9	843.3	720.4
BELGIUM	398,033	429,280	466,723	83.8	92.3	83.6
FRANCE	488,885	522,838	568,449	74.9	76.4	74.4
SPAIN	281,777	320,146	345,166	419.4	385.8	396.7
MEXICO	373,894	409,476	450,920	78.3	55.4	46.9
GERMANY	1,340,752	1,444,918	1,557,176	107.7	111.8	106.2
CHINA	2,097,637	2,271,796	2,494,230	6,271.1	5,149.7	5,007.3
TOTAL	6,114,087	6,670,188	7,268,172	11,922.9	10,666.6	10,471.2

**Table 10.** China's stone exports and imports from 2014 to 2018

Unit	Code	Export					Import				
		2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
1,000 tons	25.15	100.9	123.0	76.1	82.7	67.0	8,479.6	6,756.8	7,180.0	8,588.6	8,269.0
	25.16	2,210.1	1,593.0	1,107.3	387.3	425.0	6,630.2	5,490.1	5,161.7	5,964.0	6,206.0
	68.01	1,075.1	1,452.0	918.9	1,344.0	1,068	2.0	2.0	8.0	3.0	2.0
	68.02	9,533.7	9,188.2	9,084.7	9,124.0	8,204.0	41.9	36.8	39.0	143.0	64.0
	68.03	437.7	412.9	417.3	387.0	350.0	2.0	5.0	1.0	5.0	2.0
	계	13,357.5	12,769.1	11,604.3	11,325.0	10,114.0	15,155.7	12,290.7	12,389.7	14,703.6	14,543.0
Mill. USD	25.15	24.0	19.6	17.3	17.6	13.5	1,715.6	1,274.1	1,223.8	1,726.2	1,550.6
	25.16	80.8	79.4	55.3	32.1	36.1	1,245.9	989.1	888.6	987.7	1,029.1
	68.01	304.4	221.8	265.1	266.8	265.7	0.5	0.3	0.3	0.2	0.4
	68.02	6,072.2	7,086.2	6,270.1	5,149.7	5,007.3	34.7	27.6	28.1	28.4	35.9
	68.03	182.6	181.0	193.0	158.5	162.6	0.4	0.4	0.1	0.4	0.5
	Total	6,664.0	7,588.0	6,800.8	5,624.7	5,485.2	2,997.1	2,291.5	2,140.9	2,742.9	2,616.5

**Fig. 4.** China stone exports and imports from 2014 to 2018.



년 2,616백만달러로 감소했다(Fig. 4).

### 석재 부산물 및 활용

세계 석재 부산물은 석재 생산량과 비례하여 증가하는 경향이 나타났다. 2015년 기준으로 석재 생산 상위 7개국은 중국, 인도, 브라질, 터키, 이탈리아, 스페인 및 포르투갈 순서이고 생산한 석재는 9,865만 톤이다(Marras *et al.*, 2017). 석재 부산물은 생산과 비례하여 3,866만톤으로 전체 생산량의 39%를 차지했다(Fig. 5). 석재 부산물은 고품질, 먼지 및 슬러지로 분류하는데(Karaca *et al.*, 2012) 건설현장의 매립 재료, 필터, 충전제 및 세라믹 용도로 다양하게 사용할 수 있다(Table 12). 또한 케미컬, 농업용 비료, 필

터 및 충전제 용도로 가능하고(Rana *et al.*, 2012), 철도, 제방 및 교차로 등의 기반 시설에 표토로서 매우 유용하게 사용할 수 있다(Zichella *et al.*, 2020). 화강암 및 편마암의 석분슬러지 화학성을 조사한 결과 미세한 입자, 알칼리성, 질소 및 인 함량 부족, 낮은 탄소이고 양이온치환용량이 낮은 것으로 나타나, 높은 산도를 이용하면 산성 토양에 대한 토양 개량제로 사용이 가능하다(Tozsin *et al.*, 2014). 산업의 발달과 더불어 많은 종류의 산업 부산물이 증가하고 있으며 이로 인한 환경오염이 심각해지고 있다. 이에 따라 산업 부산물을 재활용하여 사용함으로써 천연자원을 줄이고 국토환경 보전에 이바지 하고자 많은 연구가 진행되고 있으며, 특히 석재 슬러지에 대한 소음, 폐수, 분진 등의 전반적인 환경관리 연구가 필요하다

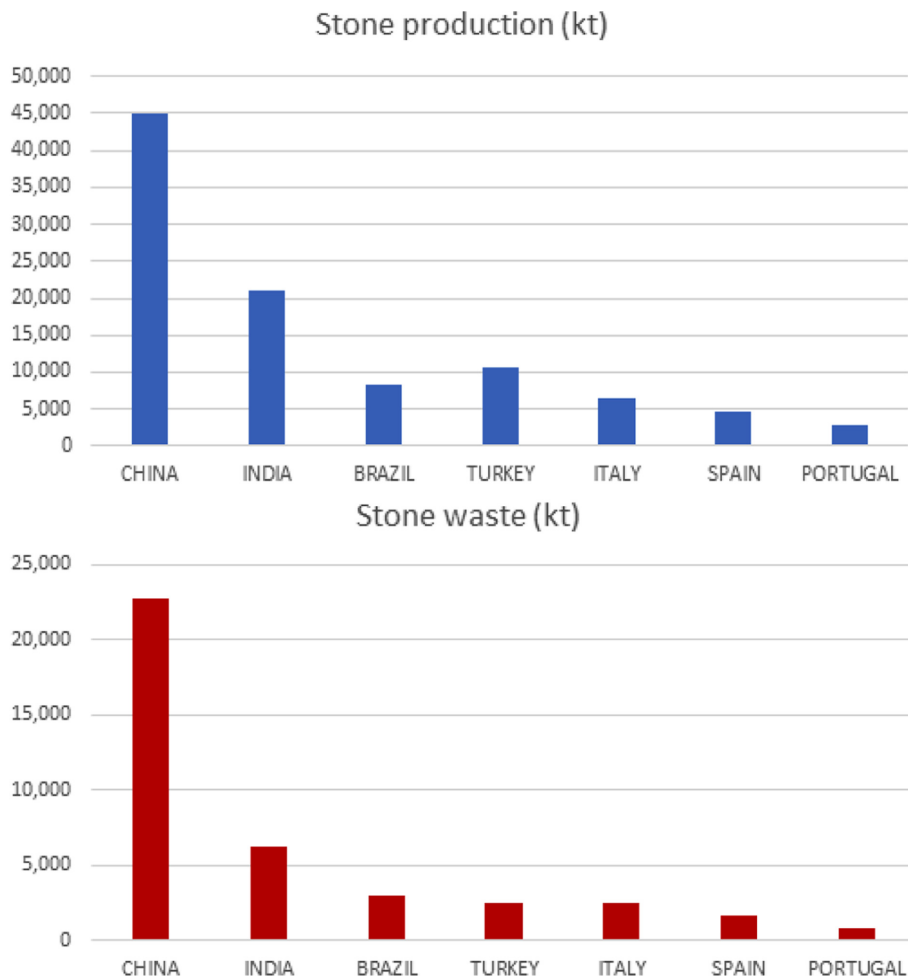


Fig. 5. Quarry production and wastes in 2015.

**Table 11.** Market prices of raw materials in South Korea in 2015

Raw material	Market price (USD/ton)
OPC	65.9
GGBFS	44.6
Stone powder sludge	0.0
Fine aggregate (crushed sand)	11.0
CaO	89.2
Gypsum	25.5
Sodium sulfate	237.9

고 제시하였다(Hyun *et al.*, 1996). 현재 우리나라는 연간 100만톤의 석분 슬러지가 발생하고 있으며, 현재 폐기물관리법상 산업폐기물로 지정되어 있어 석분 슬러지 대부분이 매립되어 심각한 환경 문제이다(Park *et al.*, 2016). 석재 슬러지는 시장에서의 단가가 제로(ZERO)로서 경제력이 가장 낮은 재료로 알려져 있다(Table 11). 그래서 국가적으로 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률이 제정되어 건설분야의 다양한 산업 부산물의 재활용 방안이 마련되어지고 있다. 특히 우리나라 전국 65지점에서 채취한 토양의 이화학적 특성을 분석한 결과 2019년 산림토양 평균 pH(Lee *et al.*, 2020)는 4.3으로 산성화 상태가 매우 심각하다. 식물 성장에 가장 중요한 인자 중의 하나가 토양 산도이며, 석재 부산물을 이용하여 토양 pH 4.17에서 pH 6.38~6.84까지 개선시킨 사례가 있어

(Tozsin *et al.*, 2014), 향후 석재 부산물을 이용한 토양 중화 및 유용한 농업 원료로 전환이 필요하다고 판단된다.

## 전망 및 결론

수출 시장은 여러 다양한 복합적인 요인에 의해 영향을 받는데 이중 가장 중요한 요인은 국제정치, 경제, 에너지 가격 및 환경 문제이다. 세계적으로 COVID-19 위기에도 불구하고 2020년에 화강암 및 대리석 등 석재 무역은 5,998만톤으로 추정되며(Fig. 6), 이후로도 지속적으로 증가하여 2025년에 6,985만톤까지 상승할 것으로 예측된다(AIM, 2020). 석재 생산과 비례하여 석재 부산물도 석재 생산의 39~71%가 발생할 것으로 판단되며 이에 대한 준비가 필요하다. 한국의 석재시장은 2018년 1.8조원(점유율:4.2%)에서 2026년 2.3조원으로 증가될 전망되며(Table 13) 한국은 단일 국가로 세계 석재 사용량 2위, 석재 시장 점유율 5위로 석재 관련하여 중요한 국가이다(KFS, 2021). 이번 석재산업 진흥법을 기획의 발판으로 시작하여 후속 조치로 하위법령을 마련하고 석재산업 진흥지구 지정, 사업장 안전관리, 석재 기술 개발, 부산물 활용 방안 연구, 전문 석재산업 인력 양성, 석재산업을 활성화를 위한 종합계획 수립이 필요하다.

**Table 12.** Classification of stone wastes

Group	Description	Properties	Industry (usage area)
Solid	Quarry waste	rejection rice diamond wire fragments vidia bits some chemicals oil	stone (vase, trinket)
	Plant waste	valvestone paladian abrasive residues saw other cutter residues oil	construction (aggregate, fill material, amoustone, gabion)
Dust	-	stone particle	chemical (filling, whitening, abrasive) agriculture and livestock (acid regulatory, fertilizer and animal breeding)
Semi-slurry	-	stone-particle, sawdust, resin	stone (pore filter) construction (finer)
slurry, cake	-	metal, chemicals, oil	chemical (fill material for ceramic and plastic)

Stone exchange (1,000tons)

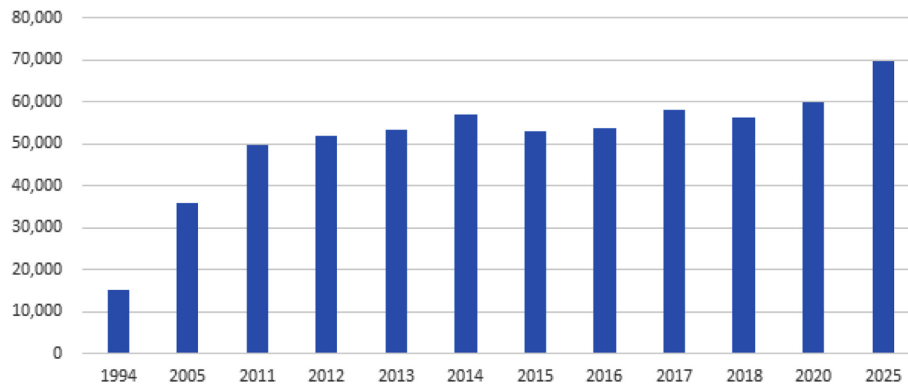


Fig. 6. Forecast of global stone market from 1994 to 2025.

Table 13. Stone market scale by country in 2018 and 2026

Country	2018		2026	
	Billion won (KRW)	Share (%)	Billion won (KRW)	Share (%)
CHINA	10.2	24.4	14.5	25.4
MIDDLE EAST	6.3	15.2	7.7	13.5
USA	3.5	8.3	5.4	9.5
INDIA	3.3	8.0	5.1	8.9
THE OTHERS ASIA-PACIFIC	3.4	8.2	4.6	8.1
LATIN AMERICA	2.8	6.8	3.8	6.6
THE OTHERS EUROPE	1.8	4.4	2.7	4.7
ITALY	1.9	4.6	2.4	4.1
SOUTH KOREA	1.8	4.2	2.3	4.0
GERMANY	1.2	2.9	1.5	2.7
JAPAN	1.2	2.8	1.4	2.5
FRANCE	1.1	2.6	1.4	2.5
AFRICA	1.0	2.5	1.4	2.5
SPAIN	0.9	2.3	1.3	2.3
CANADA	0.7	1.7	1.0	1.8
MEXICO	0.4	1.0	0.6	1.0
TOTAL	41.7	100.0	57.1	100.0

REFERENCES

Ashmole, I. and Motloung, M., 2008, Dimension stone: the latest trends in exploration and production technology, proceedings of the international conference on surface mining, 5-8.  
 Associazione Italiana Marmomacchine (AIM), 2020, Directory.  
 Careddu, N., 2019, Dimension stones in the circular econ-

omy world Resour. policy 60, 243-245.  
 Chea, K.S., Lee, Y.G., Youn, H.J., Koo, N.I. and Lim, J.H., 2021, A Study on the Status of Stone Exports and Imports aggregates (abstract), Proceedings of the Annual Joint Conference. the Mineralogical Society of Korea and the Petrological Society of Korea, 90-92.  
 Hyun, J.K., 1996, A Study on the Statistics of domestic building stone industry, the Mineralogical Society of Korea and the Petrological Society of Korea, 121-127.  
 Korea forest service (KFS), 2021, Preliminary research for

- establishment of comprehensive for stone industry promotion, reseach and deveiopment project report.
- Lee, A.L. and Koo, N.I., 2020, Comparison of physicochemical properties according to the sensitivity of forest soil to acidification in the republic of korea, *J. Korean Soc. For. Sci.*, 2, 157-168.
- Lee, J.Y., Hong, S.S., Han, M., Kim, S.S., Kim, S.S., Kim, Y.J., Lee, J.W., LIM, G.J., Lee, G.J., Lee, H., Nam, W.H., Lee, H.I., Lee, B.C., Lee, K.S., Kim, D.H., Lee, O.S., Ji, S.W., Lee, D.G. and Kim, M.S., 2020, Planning for comprehensive management of industrial stones and natural aggregate resources, reseach and deveiopment project report, KIGAM (Korea institute of geoscience and mineral resources), 63-75.
- Marras, G., Bortolussi, A., Peretti, R., Careddu, 2017, Characterization methodology for re-using marble slurry in industrial applications, *energy procedia*, 125, 656-665.
- Park, H., Jeong, Y., Jun, Y. and Oh, J., 2016, Production of price-competitive bricks using a high volume of stone powder sludge waste and blast furnace slag through cementless CaO activation, *Construction and Building Materials*, 122, 343-353.
- Rana, A., Kalla, P., Verma, H.K., Mohnot, 2016, Recycling of dimensional stone waste in concrete, *journal of cleaner production*, 135, 312-331.
- Tozzin, G., Arol, A. I., Oztas, T. and Kalkan, E., 2014, Using marble wastes as a soil amendment for acidic soil neutralization, *journal of cleaner production*, 133, 374-377.
- Tozzin, G., Oztas, T., Arol, A.I., Kalkan, E. and Duyar, O., 2014, The effects of marble wastes on soil properties and hazelnut yield, *journal of cleaner production*, 81, 146-149.
- Zichella, L., D.G.A., Bellopede, R., Marini, P., Padoan, E. and Passarella, I., 2020, Environmental impacts, management and potential recovery of residual sludge from the stone industry: The piedmont case, *Resources Policy*, 65, 101562.

---

**Received** November 9, 2021

**Review started** November 10, 2021

**Accepted** December 27, 2021

[ 저 자 정 보 ]

- 채광석 : 국립산림과학원 산림생태연구과 주무관
- 이영근 : 국립산림과학원 산림생태연구과 연구관
- 구남인 : 국립산림과학원 산림생태연구과 연구사
- 윤호중 : 국립산림과학원 산림생태연구과 연구관
- 임종환 : 국립산림과학원 산림생태연구과 과 장