

|||||  
論 説  
|||||

## 日本の骨材資源

——とくに碎石資源の分布と需給——

小野 美代子

## 1. はじめに

東京湾内に限っても、「臨海部副都心」「みなとみらい21」「幕張メッセ」「東京湾横断道路」「羽田空港沖合展開」「東京湾連絡橋」等々、国・地方自治体等の大型プロジェクトがひしめく。昭和55—56年の公共事業費5年連続ゼロまたはマイナス・シーリング政策が、その後貿易摩擦解消策としての内需拡大政策に転換され、公共事業拡大の動きはめざましく、民間建設活動の活発化は著しい。

骨材は道路・建築物・空港・港湾等々、生活・産業の基盤建設のための、目立たないが重要な基礎資材である。骨材の消費量は、年間8億トンに達するが、その全量を国内自給で賄える、資源小国日本にとっては水資源と並んで稀な資源の一つである。

この小論の目的は、これまでとりあげられることが少なかった骨材、特に碎石の需給状況の実態を地理学的に把握することである。

## 2. 骨材原料供給の推移

## (1) 骨材原料

〔骨材〕コンクリートやアスファルトを強固にするために、セメントやアスファルトと混合される非反応性の素材の総称で、碎石・砂利・砂・軽量骨材等がある。その他、習慣的には、混合されずにそのまま使用される道路路盤用をも含む。

コンクリートの配合比は場合によって一定していないが、1例では、重量比でセメント1に対し砂・砂利・水・がそれぞれ2.3, 3.3, 0.5であり、コンクリートの重量の大部分を骨材が占める。

〔碎石〕一般には山地を形成する硬い岩石を対象として破碎し、使用目的に合う粒度に調整した上で骨材として用いる材料を指す。最近では細骨材の供給不足のため岩石を細かく砕いて砂の粒度に調整し、砕砂として使用している。

砂利は産状により、山砂利・陸砂利・川砂利・海砂利に区分されている。

〔山砂利〕段丘堆積物となっている砂礫層を対象とする。砂・礫の粒間は固結していない。

〔陸砂利〕地形的に旧河川敷あるいは氾濫原とみなされる平坦地の地下の砂礫層、または扇状地堆積物の砂礫層を対象とする。

〔川砂利〕河川砂利ともいう。現在の河川敷にある砂・礫を対象とする。

〔海砂利〕海浜および浅海に堆積している砂・礫を対象とする。水深30—40mまで採掘されている。

## (2) 骨材原料の変化

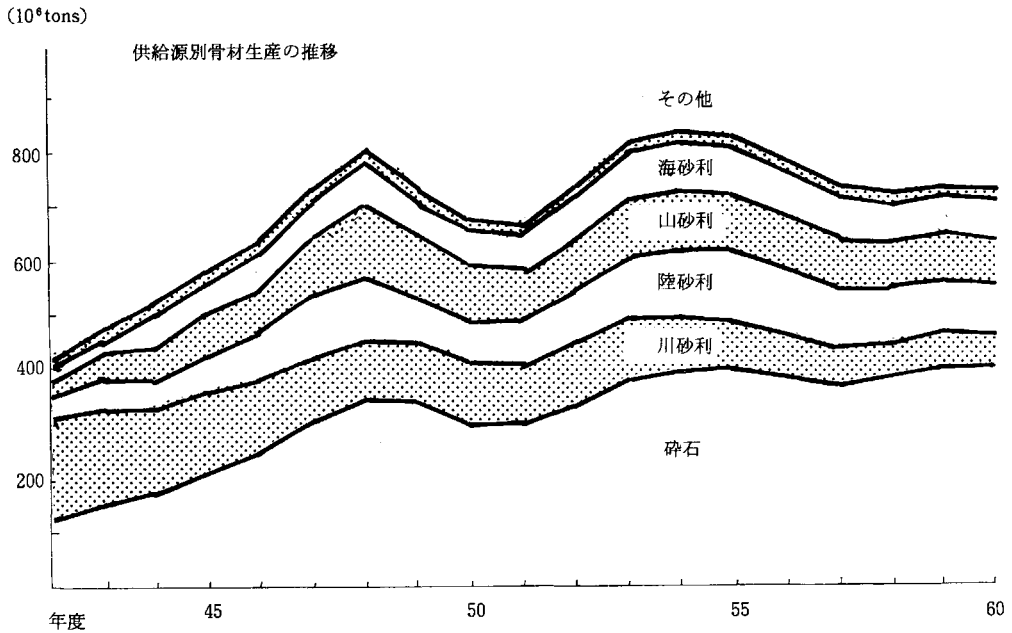
従来、骨材は砂利を主原料としていた。山国で急勾配の河川が多く、降水量の豊かなわが国では砂利は豊富に存在する天然資源として、極めて安易に採掘されてきた。しかし、第二次大戦後の日本の国土の復興と経済の発展で、道路・港湾・空港・工場・住宅ビル等々の建設・拡張等、土木・建築面からの需要により川砂利が大量に採取され、特に大都市周辺で急激な砂利の枯渇と環境悪化をもたらし、また河床低下による橋梁・護岸・根固めの基礎の浮き上がり等さまざまな障害が現れてきた。そのため、昭和39年以降主要河川における砂利採取禁止や数量規制が行われるようになった。

川砂利は、昭和30年代半ばまでは骨材の主要供給源であったが、採取規制により、供給量が漸減せざるを得なくなった。一方、35年以降の道路整備を支えてきた碎石は、当初、道路・道床用に用途規制されていたが、経済発展による需要増大に伴い、減少し続ける川砂利の代替品として、昭和45年頃よりコンクリート用骨材にも利用されるようになった。

## (3) 骨材の供給量及び供給内容の推移

昭和35年より53年にいたる碎石の生産実績を日本碎石協会資料より引用すると、第1表の通りである。35年～42年で5倍、48年に16倍と急速な生産量増大を示している。

第1図に、通産省生活産業局窯業建材課推計値により、昭和42年度から60年度にいたる骨材供給状況の推移を示した。昭和42年度における骨材総



第1図 供給源別骨材生産の推移

供給量42,300万トンのうち、川砂利は18,700万トン(44.2%)、陸砂利4,300万トン(10.2%)、山砂利2,800万トン(6.6%)、海砂利2,900万トン(6.9%)、以上砂利計28,700万トン(67.8%)に対し、砕石は12,500万トン(29.6%)、人工・天然軽量骨材、高炉スラグの合計1,200万トン(2.8%)であって、40年代前半までは川砂利が骨材の主要原料であったことを示している。

ところが、44年で川砂利30.8%、砕石32.6%とその構成比は逆転し、48年は川砂利13.8%/砕石42.7%、54年は12.1%/46.6%、60年は7.8%/54.7%と、川砂利は減少する一方、砕石の比重は増加するのみで、今後も更に増していくものと思われる。

骨材生産量は高度経済成長と共に急速に増加し、昭和48年には総計79,900万トン、川砂利11,000万トン(13.8%、42年の60%)、山砂利14,000万トン(17.5%)、陸砂利11,300万トン(14.1%)、海砂利7,000万トン(8.8%)、砕石34,100万トン(42.7%)で、川砂利の減産とその他の骨材の増産、殊に砕石の急増に特徴づけられる。

49年のオイル・ショック後の急激な減産が、52年には再び増産に転じ、54年には史上最高の生産量84,800万トンに達し、川砂利(12.1%)、海砂利(10.1%)の減少と、山砂利(13.4%)、陸砂利(14.5%)、砕石(46.4%)の増加を示している。

55年～60年の骨材生産の停滞は、積年の財政赤字から脱却するために掲げられた“行革”のた

第1表 砕石の生産実績

(単位：百万トン)

年 度	昭35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
生産量	20.6	27.7	35.8	44.2	54.5	71.1	87.0	103.0	141.0	156.0
年 度	昭45	46	47	48	49	50	51	52	53	
生産量	193.0	220.0	278.0	321.5	311.2	274.7	273.9	303.5	344.0	

(日本砕石協会および通産省資料より)

め、財政支出抑制による公共事業費ゼロまたはマイナス・シーリングによる公共工事の停滞および住宅建築の伸び悩みの影響で建設資材需要の大幅な減少をもたらしたことを反映している。骨材需要が停滞している中で、碎石のみは58年が1.4%増、59年が2.5%増の前年比を示し、川砂利の一方的減少とは対照的である。図示していないが、昭和61年は前年比8.2%と5年ぶりに増加した公共工事や、建築着工の大幅な伸びに支えられて碎石生産量は37,300万トンで前年比8.0%増と54年以降最高の増加率となっている。

以上述べたように、骨材生産は公共工事への依存度が非常に高く経済政策と密接にかかわっていることが明らかである。

### 3. 骨材に使用される岩石

#### (1) 碎石の物理的性質

碎石に関係の深い物理的性質は、比重・空隙率・含水率・硬度・強度などである。これらの性質を示すために、比重・吸水率・すりへり減量・安定性の試験を行い、その測定値を碎石の物性とするのが通例である。時に応じては、作業性を推測するために強度・硬度なども測定することがある。

すりへり減量：碎石の運搬・貯蔵・混合の際に生ずる細粒化や、道路の仕上り面の摩耗性すなわち岩石の強度に関連した品質を数量化する。ダブル試験機またはロスアンゼルス試験機を使用する。

安定性：岩石の凍結破壊に対する耐久力を求めること。碎石を硫酸ナトリウムまたは硫酸マグネシウム溶液に浸漬し、碎石の空隙に入ったその溶液の結晶、膨張による粒子の破壊抵抗を調べる。

岩石の硬さ：採掘・破碎作業の難易性を推測する上で重要。反発硬度の測定が最も適当とされ、ショア硬度試験機を用いる。

碎石の品質は用途により、道路用碎石はJIS A 5001-1977に、コンクリート用碎石はJIS A 5005-1977によりそれぞれ規定されている(第2表・第3表)。

第2表 コンクリート用碎石の品質基準 (JIS A 5005)

比重	2.5	以上
吸水率	3%	以下
安定性	12%	以下
すりへり減量	40%	以下

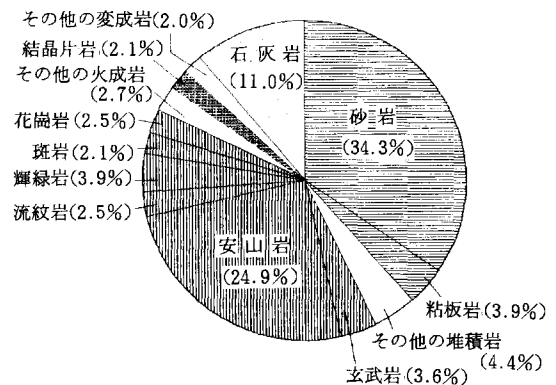
第3表 道路用碎石の品質基準 (JIS A 5001)

種別	比重	吸水率	すりへり減量
1種	2.45以上	3.0以下	35以下
2種	—	—	40以下

#### (2) 碎石原料用岩石の岩種別採取量

碎石統計年報では岩種は17種とその他とに区別されている。この17岩種とは採石法で規定されている花崗岩・閃緑岩・斑れい岩・斑岩・ひん岩・輝緑岩・粗面岩\*・安山岩・玄武岩・蛇紋岩の火成岩類、礫岩・砂岩・頁岩・粘板岩・凝灰岩の堆積岩類、片麻岩・結晶片岩の変成岩類であり、その他とは鉱業法の指定鉱物となっている珪石・石灰岩・ドロマイト・かんらん岩の4種である。

第4表は原資料から採石法規定17岩種のうち採取量上位9岩種とその他とに再構成し、百分比で示した。これによると5年間に僅かな変動はある



第2図 碎石原料岩石の生産比率 (昭和61年)

\* 五十嵐 (1985) は、「流紋岩は石英粗面岩とよばれることがあり、粗面岩は、これと誤用されていると思われる。したがって、採石法・碎石統計年報等で用いられている「粗面岩」は「流紋岩」あるいは「デイサイト」と読み替えて解釈する必要がある。」としている。

が、砂岩・安山岩兩種で約60%を占め、2主要岩種となっており、これに次ぐのは「その他」区分に含まれている石灰岩約11%である。この砂岩・安山岩・石灰岩の3岩種でわが国で生産される碎石の70%を構成していることがわかる（第2図）。

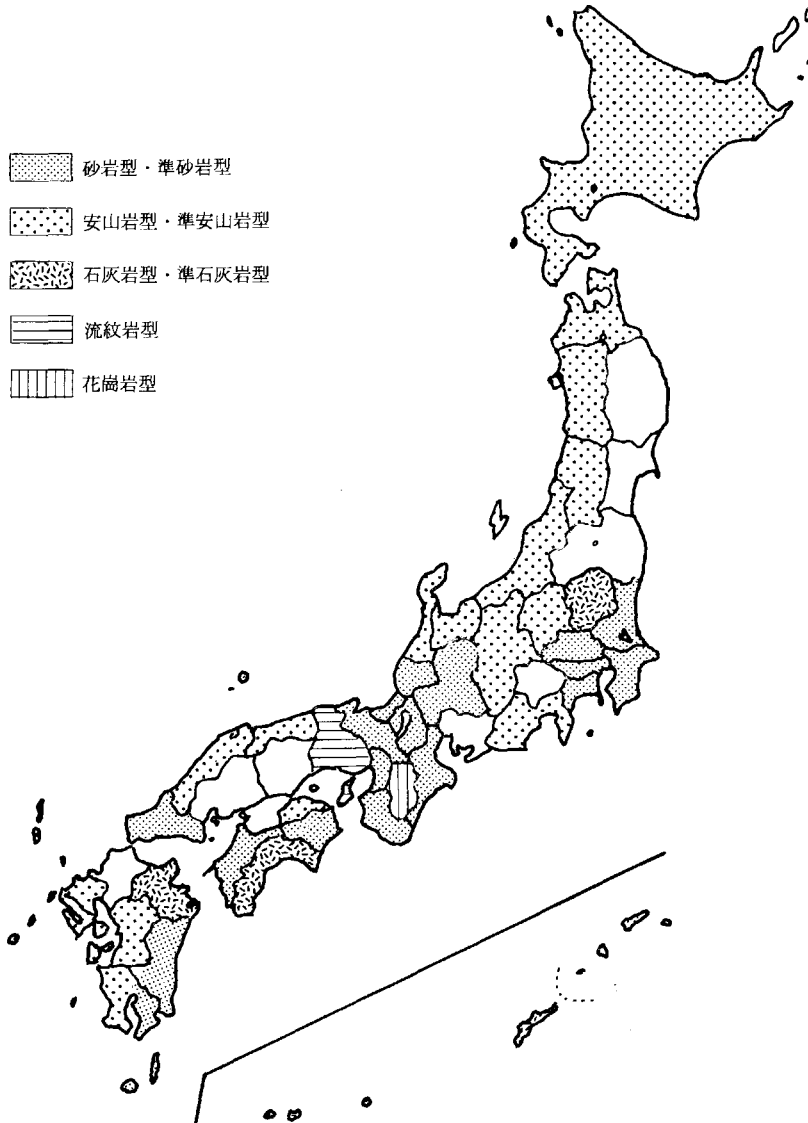
#### 4. 碎石原料用岩石採取の地域的特徴

(1) 県別岩種別碎石原料用岩石採取状況

第5表は、昭和61年碎石統計年報により県別岩

種別採取量構成比を示したものである。

各都道府県は、採石法・鉱業法に規定された21岩種のうち最も多い場合は13岩種、最も少ない場合は1岩種を採取対象としている。この表から、特定岩種に生産量の50%以上が集中している場合を「砂岩型」「安山岩型」「石灰岩型」、40-50%の集中型を「準砂岩型」「準安山岩型」「準石灰岩型」として表現した（第3図）。この図で、安山岩型の分布は第三紀以降の火山岩地帯に、砂岩型は中・古生層地帯に、石灰岩型は中・古生代の石灰



第3図 県別岩種型分類

岩地帯にそれぞれ一致し、砕石原料用岩石の岩種は地域の地質を反映していることを示している。鹿児島県のみは準砂岩型（砂岩44.9%）と準安山岩型（安山岩43.3%）の複合型で、これも地質を反映したものである。

砂岩型の14都府県（茨城・埼玉・千葉・東京・岐阜・愛知・三重・滋賀・京都・大阪・和歌山・山口・徳島・愛媛）の砂岩採取量の合計は砕石全採取量の64%を占めるのに対し、安山岩採取量の合計は6.9%である。一方、安山岩型の15道県（北海道・青森・秋田・山形・新潟・長野・静岡・富山・石川・鳥取・島根・香川・佐賀・長崎・熊本）の採取量合計では、安山岩61.2%、砂岩2.2%と数値は逆転している。

(2) 砕石の県別需給状況

県外依存度（県外移入量／県外移入量＋県内自給量）により47都道府県を区分すると、60%以上は千葉（83.5%）、50%以上60%未満は埼玉（54.9%）、40%以上50%未満は奈良（48.3%）、

群馬（45.9%）、東京（42.6%）、大阪（40.8%）の4県、30%以上40%未満は、神奈川（35.3%）、鳥取（34.6%）、愛知（31.0%）の3県、20%以上30%未満は徳島（26.4%）、佐賀（23.6%）、静岡（20.2%）の3県、10%以上20%未満は7県、5%以上は10%未満10県、5%未満18県で、3分の1に達する県が高度な自給型を示す。

これを県内自給率（県内出荷量／県内生産量）で表現すると、90%以上が28県、80%以上35県で4分の3の県が80%以上の自県内自給率を示している。これは可能な限り近くに存在する岩石を採取対象としていることを示している。

次に、県外供給率（県外移出量／県内生産量）により47都道府県を区分すると、栃木県が最高率を示す。

砕石新聞No.342によると、栃木県は統計上では39.4%となるが、消費量は県内ディーラーに向け出荷を含めたものであり、ディーラーの大半が県外へ出荷しているので、他県への移出量は総生産

第4表 原石の岩種別採取量構成比 (%)

岩 種	57年	58年	59年	60年	61年
砂 岩	32.9	34.1	35.2	34.4	34.3
安 山 岩	27.7	26.9	26.2	25.4	24.9
玄 武 岩	3.8	3.6	3.4	3.7	3.6
輝 緑 岩	3.9	3.8	3.5	3.9	3.9
粘 板 岩	4.0	3.3	3.2	3.8	3.9
粗 面 岩	3.3	2.7	2.7	2.6	2.5
結 晶 片 岩	1.9	1.9	1.8	1.5	2.1
花 崗 岩	1.7	1.9	2.1	2.4	2.5
斑 岩	1.6	1.6	2.2	2.2	2.1
上 記 9 岩 種 計	80.8	79.8	80.3	79.9	79.8
そ の 他	19.2	20.2	19.7	20.2	20.2
採 取 量 計 (千 t)	359,076	363,510	372,058	362,875	393,592

(砕石統計年報による)

第5表 昭和61年都道府県別岩種別採取量構成比(%)

	生産量 (千t)	花崗 岩	閃緑 岩	斑れ い岩	斑 岩	ひん 岩	輝緑 岩	粗面 岩	安山 岩	玄武 岩	礫 岩	砂 岩
北海道	16,266	1.1					8.1		71.8	8.1	2.4	5.4
青森	10,134		1.2				10.7	1.8	61.8			10.5
岩手	8,984						21.4		29.5			23.9
宮城	6,649	0.4					1.3		40.4	13.8		22.9
秋田	4,491	0.6			4.2				81.3	13.5		0.4
山形	3,035	0.4						1.1	76.6	6.2		15.6
福島	9,045	9.1	2.3			8.0	3.5		39.1	4.3		25.1
茨城	17,630	0.6	1.7					0.6	0.4			95.9
栃木	34,402								3.4	1.3		38.9
群馬	3,605						16.5		67.6	7.3		
埼玉	8,517						0.2				8.2	72.9
千葉	2,081									36.7		45.4
東京都	14,482									0.3		74.4
神奈川県	9,462								22.5		3.1	41.3
新潟	3,180	13.9			1.3		1.7	3.1	46.5	22.3		5.5
山梨	5,329					15.4			30.2		15.5	25.9
長野	5,231	0.3	4.8					0.1	66.5	4.1		4.6
静岡	6,302						23.3		42.8	8.3		8.5
富山	202	6.0						11.7	77.5	4.8		
石川	2,606											
岐阜	9,155			2.2								84.9
愛知	13,035	2.7					12.5		3.5	3.3		33.3
三重	9,951	3.1	9.1				8.3					51.1
福井	2,892	0.3							35.2			61.0
滋賀	4,297						1.1	5.7				50.9
京都	7,150		0.6				10.5	7.0	0.6	6.2	0.1	72.0
大阪	11,013	17.5						5.7	5.7			71.0
兵庫県	14,339		3.5	0.6	28.3		2.9	47.3	9.5			7.1
奈良	1,327	63.7					22.2					4.5
和歌山	2,929											1000
鳥取	2,329	23.8	16.1					0.2	51.1			
島根	6,184	17.4	0.2					0.8	52.0	11.7		5.1
岡山	11,173			0.4	10.7	0.3	3.2		30.4			16.7
広島	12,126	9.7	0.6	0.7	17.2	2.1	4.2	6.6	22.1	0.2		8.9
山口	8,745	2.1			0.3	8.8		0.9	16.9	2.4		41.0
徳島	1,911											81.6
香川	4,224	7.2	8.5						54.3	5.2		24.8
愛媛	6,122						24.4		5.8			67.9
高松	3,327						5.0					20.8
福岡	16,177	3.9	2.5			3.9	0.8		15.9			18.7
佐賀	4,921								55.1	33.1		
長門	7,713								56.5	40.1		1.7
熊本	9,095	0.4		8.8					63.5			15.0
大分	8,763								37.4			18.9
宮崎	3,165				7.5		4.2		20.5			67.8
鹿児島	8,703						6.5		43.3		0.0	44.9
沖縄	7,795											

	頁 岩	粘板 岩	凝灰 岩	片麻 岩	蛇紋 岩	結晶 片岩	そ の 他		備 考
北海道							3.1	かんらん岩	
青森	2.0	14.4			0.6		13.9		
岩手	4.2	16.5					8.2		
宮城							0.4		
秋田									
山形		6.7			1.0		0.9		
福島									
茨城	0.2					0.7	0.1	石灰岩	
栃木	4.1	4.9	1.9			2.1	47.4		
群馬							4.6		
埼玉	17.9						18.7		
千葉		3.9					21.4	石灰岩	
東京都	2.4	1.8	28.9						
神奈川県							5.8		
新潟			13.0				6.7		
山梨	6.8	0.7	0.1	3.1		2.3	17.2		
長野									
富山									
石川	2.6	5.3			1.3		3.6		) 2県 合計
岐阜				39.4	4.1	0.7	4.5	石灰岩	
愛知							24.2		
三重									
福井		16.6	3.4				3.6	石灰岩	
滋賀	1.4	1.3					22.2		
京都							0.3		
大阪		9.6	0.8						
兵庫									
奈良									
和歌山									
鳥取		3.4	6.1		9.0				
島根		30.0				3.1	0.1		
岡山	4.2	21.1	2.6				8.2		
広島	0.6	9.3				1.1	14.6		
徳島									
香川							18.4	石灰岩	
愛媛									
高知					3.6	1.9	70.7	石灰岩	
福岡		2.7		1.0	4.0	36.6	9.9		
佐賀					8.0	3.8			
長門	1.6								
熊本				1.6	1.0	5.7	3.9	石灰岩	
大分							43.7		
宮崎									
鹿児島	2.5	2.1					0.6		
沖縄							1000	石灰岩	

第6表 砕石原料用岩石の主要生産・消費県（昭和61年）

順位	生産県			消費県		
	都道府県	生産量 (千t)	比率 (%)	都道府県	消費量 (千t)	比率 (%)
1	栃木県	36,161	9.2	栃木県	35,734	9.1
2	北海道	18,540	4.7	北海道	18,286	4.7
3	茨城県	17,760	4.5	茨城県	17,822	4.5
4	福岡県	17,219	4.4	福岡県	17,275	4.4
5	東京都	14,799	3.8	兵庫県	15,058	3.8
6	兵庫県	14,003	3.6	東京都	14,869	3.8
7	愛知県	13,973	3.6	愛知県	14,144	3.6
8	広島県	13,042	3.3	広島県	12,964	3.3
9	岡山県	12,061	3.1	岡山県	11,979	3.0
10	大阪府	11,851	3.0	大阪府	11,838	3.0
	上位10県計	169,409	43.0	上位10県計	169,969	43.2
	全国計	393,592	100.0	全国計	393,012	100.0

量の実質75%になり、量・率ともに全国第1位の砕石供給県である（第6表）。

次いで40%以上は高知県1県、30%以上40%未満は山梨（39.8%）、岐阜（38.9%）、東京（38.8%）、京都（38.5%）、香川（37.1%）、三重（35.5%）、千葉（33.7%）、和歌山（32.5%）、福岡（31.4%）の9県、20%以上30%未満は大阪（22.3%）、埼玉（21.8%）の2県、10%以上20%未満は熊本（19.8%）、兵庫（18.2%）、茨城（17.0%）、青森（12.6%）、愛知（11.8%）、岡山（11.4%）の7県、そして10%未満が27県になる。県外への供給が0なのは富山・石川・長野・奈良・沖縄の5県である。そのうち富山・石川・長野の3県は、急峻な河川を持ち良質の天然骨材が豊富なため、砕石に対する県内需要度が低く砕石進出の余地が無く、砕石の骨材中に占める比率が全国的傾向とは逆に低迷あるいは低下する傾向すら見せている。奈良県は、文化財保護法・歴史的風土特別法など法の規制が他県に比べ厳しく、採掘

条件が不利である。沖縄県は離島で、搬出の条件が不利なためと考えられる。

次に県外供給量上位10県とその供給量を示す。栃木（1,354万トン）、東京（562万トン）、岐阜（356万トン）、三重（353万トン）、茨城（300万トン）、大分（276万トン）、京都（275万トン）、兵庫（263万トン）、大阪（246万トン）、山梨（212万トン）の諸県であり、大消費県とその近隣県、および長距離海上輸送による供給を行っている臨海県である。

### (3) 砕石の輸送

砕石プラントは原石の生産地に作られるため、内陸に立地することが多く、陸上輸送に依存する。陸上輸送のダンプトラックへの依存度は95%に達する。販売にあたっては需要現場への直納形式をとるものが90%である。

砕石の出荷単価（山元渡し単価）は昭和61年は平均トン当たり1,030円で、単価は極めて低い。市場価格は出荷単価に輸送経費が加算されたもので



あるが、市場価格の3分の1は輸送経費である。碎石の輸送にとって、輸送経費を低減するために輸送距離を短くすることが非常に重要である。採算のとれる陸上輸送距離は50-60kmで、100kmが限度とされている。

短距離輸送の条件から、県境付近の消費地は遠い自県内産地より近い隣接県産地からの移入を選択するので、境界を接する殆どの県の間で相互に出荷・受け入れを行っている。全国の県外からの移入状況を輸送距離圏別移入量でみると、隣接県からの移入75.5%と最も多く、次いで近距離圏（対岸県または300km圏内）からが16.0%、300km圏外からは8.5%となっている。近距離圏輸送では、輸送距離の増大と共にダンプトラックに比べて、重量当たりの輸送単価の低い海上輸送の比率が増大する。輸送量の多いのは、栃木→埼玉・千葉・東京、千葉←神奈川、香川→大阪・兵庫、大分→広島・愛媛・鹿児島、福岡→山口等であり、関東地区では陸上・海上、近畿以西では海上輸送が主要なものである。300km以上離れた県から長距離海上輸送により碎石を移入しているのは、東京（←高知・三重・青森・大分・兵庫の5県計193万トン）、千葉（←山口・高知・大分・三重・岡山・熊本の6県計168万トン）、神奈川（←青森・大分・岡山・三重の4県計101万トン）、大阪（←静岡・広島・高知・東京・大分の5県計32万トン）である。以上の4県の移入量は全国県外総出荷量の8.0%を占める。いずれも「羽田空港沖合展開事業」、「みなとみらい21」、「関西新空港」等の大規模埋め立て事業を行っている消費地を持つ臨海県である。

## 5. まとめ

(1) 碎石需給の特徴 碎石原料用岩石は資源小国日本には数少ない自給可能な天然資源で、日本全国に普遍的に分布している。

碎石に対する需要は地域により、経済動向によって高低はあるが普遍的である。

一般の地下資源と異なり、物理的性質できめられた一定の条件を満足すれば商品として成立し、鉱物成分等が商品価値を左右しない。

(2) 碎石輸送の特徴 重量当たりの生産原価は極めて低い。コストを決めるのは原産地の条件（採掘の難易、規模など）とコストの3分の1に及ぶ輸送費である。輸送費の低減のために、陸上輸送では距離を短くすることが最大の条件である。産地・消費地が海に近い場合は長距離の海上輸送も成立する。

## 参考文献

- 1) 五十嵐俊雄(1985)：日本の骨材資源——とくに碎石資源について——，地質ニュース，No.368, pp. 6-18
- 2) 中井 裕(1980)：新版碎石，技術書院，311ページ
- 3) 日本碎石新聞(1982-1987)：No.254-375，日本碎石新聞社
- 4) 通商産業大臣官房調査統計部編(1981-1987)：昭和55-61年 碎石統計年報

Crushed-rock Resources—Its Distribution, Supply and Demand  
Miyoko ONO