

日本の骨材資源

—とくに砕石資源について—

五十嵐 俊 雄 (北海道支所)
Toshio IGARASHI

1. はじめに

骨材とは

骨材はコンクリート用骨材 アスファルト舗装用骨材のように用い セメントやアスファルトと混合される不活性材を総称する用語で 具体的には 砕石 砂利 砂 軽量骨材など 土木・建築に用いられる材料を指すが 習慣的には道路の路盤用の材料をも包括して「骨材」を使用することが多い。

骨材は年間8億トン以上も消費され 他の鉱産資源とは較べものにならないほど大量の生産が必要とされている。しかも 資源については 普遍的に豊富に存在する天然資源と思われているのが普通で 重要性が高い資源にもかかわらず その実態はあまりよく理解されていないようである。

骨材原料の変遷

第二次世界大戦後の日本経済の目覚ましい発展は道路 空港 港湾などの拡張・整備や 工場 住宅 ビルディングの近代化 高層化など コンクリートを基礎資材とする土木・建築面に象徴的である。

これらのもとになるコンクリートや路盤には骨材が必須の原材料として使用される。従来 骨材は砂利を主原料としていた。河川に恵まれているわが国では 砂利は豊富に存在する天然資源の一つと考えられて 比較的安易に採掘されてきた。しかし 近年の骨材需要の増加に対応した川砂利の大量採取は とくに大都市の周辺で急激な資源の枯渇化と 著しい環境の悪化をもたらした。河川管理の面でも 橋梁 護岸 根固めなどの基礎の浮き上がりを始めさまざまな障害が顕在化してきた。こうしたことから 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てきた。

昭和30年代半ばまで骨材のほとんど全量を供給していた川砂利の占めるシェアは年々低下し 現在では 10%程度を供給するにすぎない。ただし 川砂利の一種であるダムなどの貯水池に堆積した砂利を骨材原料として採取利用することが推進されつつある。資源の有効利用とダムの機能回復の面から重要なことであるが ダムの立地条件 砂利の堆積状態や岩質などにより採掘条件

が異なり必ずしもスムーズには進行していない。

一方 川砂利の生産量低下に伴い それを補うため 砕石の供給が多くなり 採石場 砕石工場の新設・拡張が各地で行われ 骨材原料の主原料は砕石に移行している。この傾向はますます増大する方向にある。

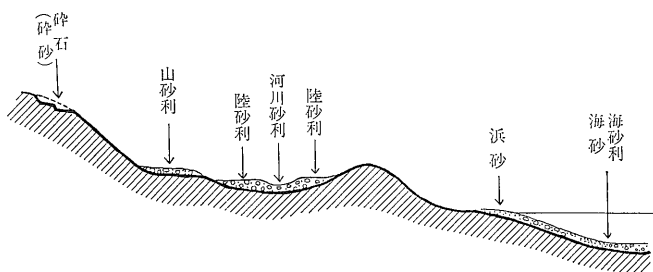
わが国の砕石の本格的な生産は大正8年山梨県初狩に砕石工場を建設し 安山岩を原料として事業が始められたのをこう矢とする。その後 大正12年の関東大震災後のアスファルト舗装の推進で 需要が急増したことをきっかけとし 昭和に入って コンクリート舗装 鉄道道床等の新たな需要の開発が軌道にのり 漸次砕石の生産も増大してきた。しかし 第二次世界大戦が始まると 砕石の需要はほとんどなくなり 各地の砕石工場は相次いで閉鎖された。戦後 国土の復興のため建設関連産業が復活するとともに砕石の需要も再び喚起された。その後の発展はよく知られているとおりであるが 最近の骨材利用の状況については後で述べる。

用語

ここで本文で用いる骨材関係の用語について簡単に解説する。

砂利・玉石——砂利は 地質用語の「れき」と「砂」の混合物を意味する場合と(川砂利 陸砂利など)「れき」のみを指す場合(単に「砂利」と用いる)のように二通りの使いかたがなされる。れきと砂は粒径で区分される天然の堆積物で 学術的には2mm以上のものが「れき」2mm以下で0.06mm以上のものが砂とされている。

後者の意味で用いられる場合 業界の慣習では5mmのふるいを通過するものを「砂」径5mm—約10cmのものを「砂利」とよんでいる例が多い。「砂利」より大型で径10cm以上のれきを「玉石」とよぶが 行政的には直径30cm以下のものを「玉石」とよび これ以上の岩塊は岩石としての適用を受ける(砂利採取法の取り扱い基準)。砕石には玉石を原料とするものがあり「玉石砕石」あるいは「玉石^{クマクマ}砕石」とよび 岩石を原料とする「砕石」あるいは「山^{ヤマ}砕石」とよばれるものと区別することができる。また 砂利の形態を呈しているものであっても母岩からの成因関係が明らかで その母岩のあった位置またはこれに近接して賦存するものも岩石として取り扱



第1図
主要骨材資源の概念図

われる(採石法の取り扱い基準)。

「砂利」はその産状により第1図に示すようなおおよその基準で 山砂利 陸砂利 川砂利 海砂利(海砂・浜砂)に区分されている。

山砂利——段丘堆積物となっている砂れき層を対象としている。砂・れきの粒間は固結していない(固結しているとき岩となり岩石として扱われる)。また 新第三系上部以降の砂層が砂の原料として採掘されることがあり 川砂や海砂と区別して「山砂」とよんでいる。

陸砂利——オカジャリ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れき層 または扇状地堆積物の砂れき層を対象とする。現状は水田 畑地 原野となっていることが多い。

川砂利——河川砂利ともよばれ 現在の河川敷に賦存する砂・れきを対象とする。

海砂利——海浜および浅海に堆積している砂・れきを対象とする。海深30—40mまでが採掘されている。細骨材が多く 砂として利用する場合「海砂」とよばれる。また 海浜の砂を利用する場合「浜砂」とよぶことがある。

砕石——「山砕」あるいは「山砕石」ともよばれる。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が 調整過程のものも砕石とよばれることが多い。近年は細骨材の供給不足が目立つようになってきた。これに対処するため岩石を細砕し 砂の粒度に調整したものも多く使用されるようになった。この砂は「砕砂」とよばれている。

このほか特殊な骨材として利用されるものとして高炉スラグ骨材と軽量骨材がある。本文では解説を割愛するが 次のような材料がある。

高炉スラグ骨材——「鉱さいパラス」ともよばれる。溶鉱炉で銑鉄と同時に生成される熔融スラグを徐冷し 砕いたものをいう。

軽量骨材——人工軽量骨材(膨脹頁岩 膨脹粘土 焼成フライアッシュ パーライト 焼成パーミキュライトなど) 天然軽量骨材(火山れきとその加工品) 副産物軽量骨材(膨脹スラグなどとその加工品) の3種がある。ここでパーライトとよばれているものは 真珠岩 黒曜石またはこれに準ずる石質を有する岩石を粉碎し 焼成膨脹させた製品をいう。

骨材拠点開発モデル調査

膨大な需要に対する骨材資源の確保と開発に関連する諸問題は近い将来ますます重要になることは多くの人によって既に指摘されているところで 今後地域のおよび総合的な資源の安定供給のためには わが国全体の骨材資源の賦存状況を明らかにすることが基礎資料としても重要となっている。

このような観点から 昭和44年に通商産業省では 未利用骨材資源の合理的な開発を図ることを目的に 骨材拠点開発推進会議を設置し 骨材資源の大規模開発 大量定型輸送のモデル的な拠点の開発計画を審議 策定することとし その基礎資料として まず既存の砕石生産地区を中心とする全国的な砕石資源賦存についての実態調査を行った。

同推進会議は昭和50年に骨材対策委員会砕石資源調査部会に改組され現在にいたっている。この間に昭和54年度からは調査内容も 未開発地区ではあるが近い将来開発が予想される地区を重点に選定し 賦存地域の資源的なポテンシャルを高める方向に転じ 昭和57年度をもって一応の終了をみた。

地質調査所は骨材拠点開発推進会議および砕石資源調査部会の調査担当機関として 昭和44—45年度 昭和49—57年度の延11年とわたって 砕石資源調査を実施してきた。

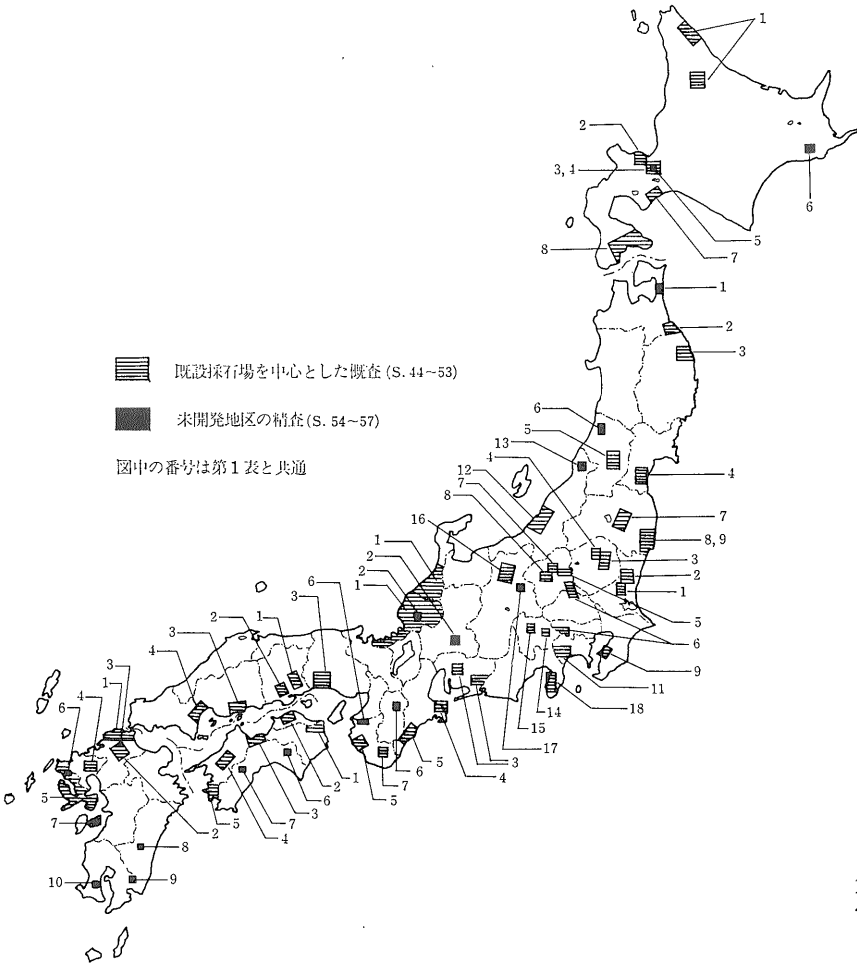
調査地区は第1表 第2図 に示すように 昭和44—

第1表 骨材拠点開発モデル調査地

調査地区		調査年度	対象岩種		調査地区		調査年度	対象岩種
札幌管内	1 稚内・旭川地区	50	安山岩・輝緑凝灰岩	名古屋管内	1 石川県加賀地区	53	安山岩・角礫凝灰岩	
	2 小樽地区	50	安山岩		2 岐阜県七宗地区	55	砂岩	
	3 札幌南地区	50	安山岩		3 愛知県名古屋東地区	45	砂岩・輝緑岩・ホルンフェルス	
	4 札幌西地区	50	安山岩		4 三重県鳥羽市管内地区	45	かんらん岩・はんれい岩	
	5 札幌地区	54	安山岩・ディサイト		5 三重県南紀地区	45	花崗斑岩	
	6 厚岸地区	55	砂岩					
	7 苫小牧・室蘭地区	50	安山岩					
	8 函館地区	50	安山岩・玄武岩					
仙台管内	1 青森県むつ小川原周辺地区	57	安山岩	大阪管内	1 福井県下地区	53	砂岩・安山岩	
	2 八戸南部地区	51	砂岩・チャート・輝緑凝灰岩		2 福井県南条町上牧谷地区	56	砂岩	
	3 岩手県久慈地区	45	ホルンフェルス		3 兵庫県相生地区	49	流紋岩	
	4 仙台・岩沼地区	51	頁岩・安山岩		4 奈良県天理地区	57	微閃緑岩・花崗閃緑岩	
	5 山形地区	51	安山岩・ディサイト		5 和歌山県西南地区	45	砂岩	
	6 山形県立谷沢地区	56	玄武岩		6 和歌山県岩出町押川地区	55	砂岩・頁岩	
	7 郡山地区	51	安山岩・かんらん岩	広島管内	1 岡山県棚原および岡山県中部地区	49	粘板岩・ホルンフェルス	
	8 福島県常磐地区	44	ホルンフェルス・角閃岩		2 岡山県倉敷・玉野地区	49	流紋岩・粘板岩	
	9 いわき地区	51	ホルンフェルス・角閃片岩		3 広島県三原・竹原地区	49	流紋岩	
			4 山口県岩国・広島県大竹地区		49	チャート・ホルンフェルス等		
東京管内	1 茨城県土浦地区	44	砂岩・ホルンフェルス	四国管内	1 徳島県鳴門市木津中山地区	45	砂岩	
	2 茨城県岩瀬・笠間地区	52	砂岩・ホルンフェルス		2 香川県坂出市東南地区	45	安山岩	
	3 栃木県宇都宮南部地区	44	陸砂利		3 愛媛県別子山村地区	49	角閃岩	
	4 栃木県葛生地区	44	石灰石・ドロマイト		4 愛媛県大洲市管田地区	49	輝緑岩・はんれい岩	
	5 桐生・足利周辺地区	52	輝緑凝灰岩・チャート		5 愛媛県宇和島祝森地区	46	砂岩	
	6 群馬県南部・埼玉県西部・東京都西部地区	44	山砂利・陸砂利		6 高知県物部地区	54	砂岩	
	7 群馬県渋川地区	44	安山岩		7 高知県佐之國地区	56	砂岩	
	8 群馬県榛名地区	52	安山岩・石英斑岩	福岡管内	1 北部九州および福岡市東部地区	45	砂岩・安山岩・角閃岩等	
	9 千葉県房総地区	44	山砂		2 福岡県篠栗地区	49	角閃岩・蛇紋岩	
	10 東京都下地区	52	砂岩		3 福岡県筑豊地区	56	蛇紋岩	
	11 神奈川県西部・松田・山北町地区	52	礫岩		4 佐賀県多久地区	49	玄武岩	
	12 新潟県米山地区	53	安山岩		5 長崎県地区	49	玄武岩・安山岩	
	13 新潟県岩船地区	57	安山岩		6 長崎県北地区	55	玄武岩	
	14 山梨県大月・甲府東部地区	44	安山岩		7 熊本県天草地区	57	砂岩	
	15 山梨県下地区	52	安山岩・ホルンフェルス		8 宮崎県田野地区	55	砂岩	
	16 長野県長野市周辺地区	53	安山岩		9 鹿児島県志布志地区	54	砂岩	
	17 長野県望月町地区	54	安山岩		10 鹿児島県川辺町地区	56	砂岩・ホルンフェルス	
	18 静岡県西・南伊豆地区	44	安山岩					

53年度までの実態調査については47地区 54—57年度の未開発地区については17地区にわたっている。これらの成果は各年度毎に「砕石資源調査報告書」として報告してきた。本文ではこの調査を通じて得られたわが国

の骨材原料資源 とくに砕石資源についてその概略を紹介し 併せて地質の上からみた特徴を抽出してみよう。



第2図
骨材拠点開発モデル調査地一覧

2. 骨材に使用される岩石

砕石がコンクリート用骨材として使用される場合 砕石の品質によりさまざまな影響をうけることがあり 長期間にわたって安定した石質を保持する良質の岩石を選択して利用する必要がある。

コンクリート用砕石

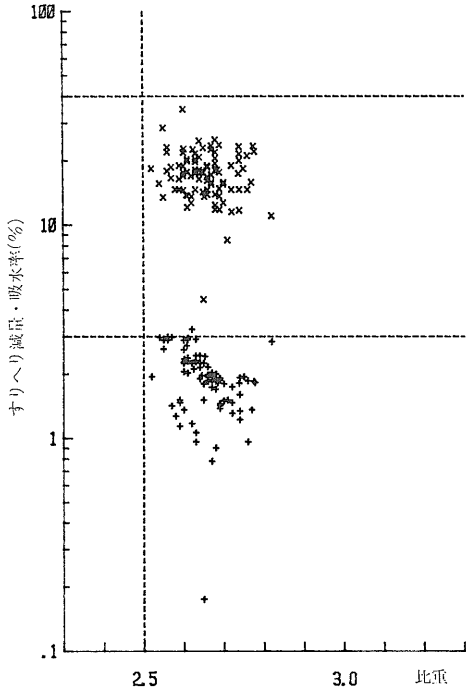
コンクリート用砕石について日本工業規格 (JIS A 5005-1977) に規定されている概要は次のようである。

原石——砕石の原料に供する原石には 玄武岩 安山岩 硬質砂岩 硬質石灰岩またはこれに準ずる石質を有する岩石を用いる。結晶片岩 片麻岩 粘板岩などで破碎したときに扁平な形状を呈する岩石 軟質砂岩 軟質凝灰岩あるいは風化岩石のように軟弱な岩石 および砕いたときに石基中に亀裂を残すおそれがある岩石は使用し

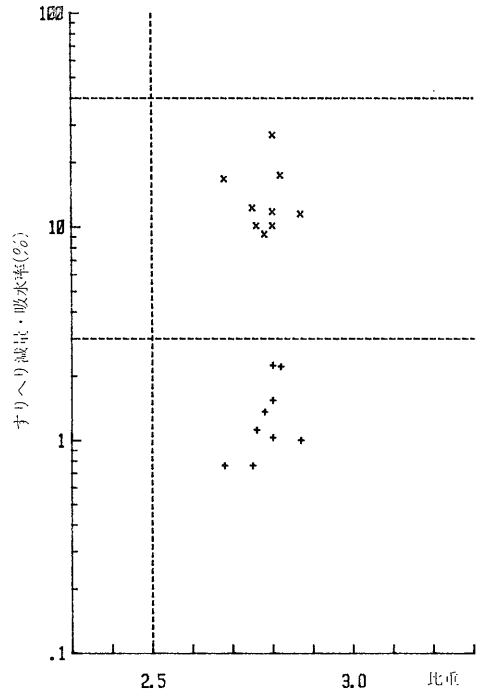
1985年4月

てはならないことになっている。また 建築物など火災をうけるおそれのある構造物に用いるコンクリートには 花崗岩 黒曜石などくに耐火的でない岩石はさけるよう記されている。とくに JIS には明記されていないが 最近 低品質骨材とセメント中のアルカリとの反応により コンクリートが劣化したり損傷を受ける現象が問題化してきた。

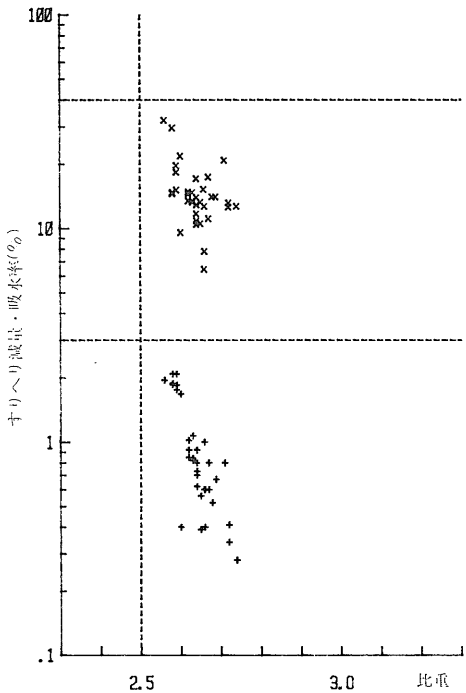
アルカリ骨材反応：このアルカリ骨材反応は骨材中に含まれるある種の成分とセメント中に一定以上に含まれている場合のアルカリ (一般には酸化ナトリウム当量で 0.6%以上) が反応してセメント硬化体を膨脹させ コンクリートにひび割れやポップアウトなどの損傷を与える現象である。現在 アルカリ骨材反応は (1) シリカを主成分とする骨材とアルカリが反応する「アルカリシリカ反応」と (2) 石灰質骨材とアルカリが反応する「アルカリ炭酸塩 (岩石) 反応」の二つに大きく区分されており このほか (3) 典型的なアルカリシリカ反応と異



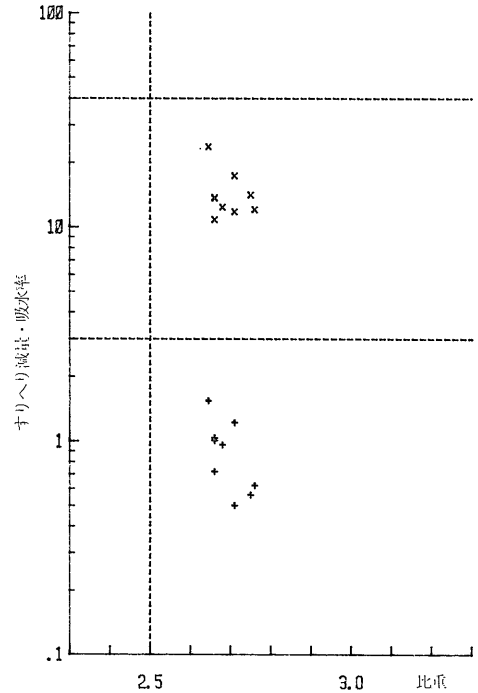
第3図 安山岩のすりへり減量 吸水率と比重の関係。
×：すりへり減量 +：吸水率



第4図 玄武岩のすりへり減量 吸水率と比重の関係。
×：すりへり減量 +：吸水率



第5図 砂岩のすりへり減量 吸水率と比重の関係。
×：すりへり減量 +：吸水率



第6図 ホルンフェルスのすりへり減量。
×：すりへり減量 +：吸水率

第2表 コンクリート用砕石の材質基準 (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

なる原因と現象を持つものとして「アルカリシリケート反応」が認められている。(1)の反応は骨材中に含有されているオパールや玉髄そして天然ガラスなどが原因物質と考えられている。主要因がクリストパライトと非晶質シリカであるとする。ガラス質物質が多く含まれることがある流紋岩質岩石や石英安山岩質岩石そして熱水変質作用などの影響をうけた岩石は事前に十分な試験を行ってその鉱物組成を確かめる必要がある。(2)の「アルカリ炭酸塩(岩石)反応」は珪酸質でかつドロマイト質な石灰岩を骨材とした場合に生ずる現象といわれている。(3)の「アルカリシリケート反応」は(1)で指摘された原因鉱物を含まずある種の特殊な骨材と10数年以上の長期間にわたってセメント中のアルカリとが反応を持続する特徴を有するといわれる。

アルカリ骨材反応は骨材とセメントとの間の化学的要因に基く現象であるがその発生のメカニズムは複雑でまだ完全な解明はなされていない。例えば同じ材質の骨材を用いた場合でも使用される場所などの環境条件で反応現象がみられないことを含めて発生状況が異なることが知られている。

いわゆる「アルカリ骨材反応」以外にも骨材に含まれている鉱物が起因してコンクリートの劣化や損傷を招く場合があることも知られている。ここで劣化の原因になるとされる鉱物は蛇紋岩質岩石の風化変質物中に見られることがあるコーリンガイト凝灰岩中などにみられることがあるゼオライトの一種であるローモンタイトそしてモンモリロナイト雲母類パーミキュライトなどの粘土鉱物が代表的なものとして「アルカリ骨材反応」同様にこれらの鉱物が含有されていれば常にコンクリートに障害が発生するわけではない。しかし骨材原料岩石を調査する場合には構成鉱物を試験して確かめておく必要がある。

石質——砕石の材質は一定の試験方法により第2表に合格しなければならない。

本表での安定性は硫酸ナトリウムの結晶圧による破壊作用に対する抵抗性を基準とするものでその試験方法はJIS A 1122-1976に規定されている。

また表中のすりへり減量値はロサンゼルス試験機による場合で原石についての試験結果で代用する場合に

第3表 道路用砕石の材質基準 (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

はダブル試験機によって行いその値は7%以下となっている。

第3—6図は地質調査所で行った砕石調査で得られた安山岩玄武岩砂岩およびホルンフェルスの各岩種についての比重吸水率すりへり減量を図示したものである。

各岩種とも新鮮な岩石はJISの規定値をクリアする石質を有している。同じ岩石名でよばれているものであっても化学組成や鉱物組成には幅があり一義的にはいえないが同一岩種であるならば比重が大きくなるほど吸水率と減すりへり量はともに小さくなる傾向がみられる。また風化作用による石質の劣化は顕著で比重が小さくなるとともに吸水率とすりへり減量が増大する。

道路用砕石

道路用砕石はJIS A 5001-1977で道路の敷砕石路盤アスファルト舗装の表層や基層などに使用するものと規定されている。

原石——硬質の玄武岩安山岩石英粗面岩砂岩石灰岩若しくはこれに準ずる材質の岩石または砕石の最大粒径の3倍以上の玉石とされている。これらを原料として単粒度砕石(「単砕」と略称されることがある)スクリーニングスクラッシュランおよび粒度調整砕石(「粒調」と略称されることがある)に加工した上で使用される。

石質——偏平な石片や軟質な石片となる石質の原石を使用しないことはコンクリート用砕石と共通するが所定の方法により第3表に示す材質試験に合格することが要求される。

ただし2種はアスファルト舗装の表層や基層には使用してはならないことになっている。

割ぐり石

主に土木建築に使用される割ぐり石は砕石用原石とほぼ同じ岩種が使用され同一採石場で採取されるのが普通である。JIS A 5006-1975に規定されている。

第4表 割ぐり石の品質基準 (JIS A 5006)

種 別	圧縮強さ kgf/cm ² / (N/cm ²)	参 考 値	
		吸水率	見 掛 比 重
硬 石	500 (4,903.3) 以上	5未満	約2.7—2.5
準硬石	500 (4,903.3) 未満 100 (980.66) 以上	5以上 15未満	約2.5—2
軟 石	100 (980.66) 未満	15以上	約2未満

原石——花崗岩類 安山岩類 砂岩類 凝灰岩類 石灰岩類 けい岩類またはこれに準ずる岩石を使用することになっている。割ぐり石は原石を破碎して製造するがその際 うすっぺらになるものや細長いものであってはならないと規定されている。

品質——割ぐり石は圧縮強さにより硬石 準硬石 軟石の3種に区分される。

第4表の規定に合格する割ぐり石は重量により1号(標準値 10kg)から100号(標準値 1,000kg)まで10段階に区分されて使用されている。

岩 種

昭和57年度砕石統計年報によれば、砕石生産のために採取された原石の岩種は 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 れき岩 砂岩 頁岩 粘板岩 凝灰岩の堆積岩類 そして片麻岩 結晶片岩の変成岩類の17岩種にわたっている。これらの岩石はすべて採石法(第二条)に規定されている岩石である。さらにその他とされている区分がある。これには鉱業法(第三条)の適用鉱物である珪石 石灰石 ドロマイトと採石法の岩石であるかんらん岩のうちで砕石に使用される分が含まれている。

前述したようにコンクリート用砕石では玄武岩 安山岩 硬質砂岩 硬質石灰岩が 道路用砕石では玄武岩 安山岩 石英粗面岩 砂岩 石灰岩が標準的な原料岩種となっているが この他の岩石はこれに準ずる材質の岩石として利用されているのが現実で 砂岩あるいは粘板岩とされているものの一部にはホルンフェルスも含まれている。コンクリート用砕石と道路用砕石は同一の採石場でそれぞれの規格に共通して適合する材質の原石を採取し 製造工程で各種別の砕石に加工するのが普通である。

後述するように わが国特有の地質構造に伴う原料岩石の賦存状況に支配され 砕石に適する岩種は質的および量的な面から限定され 砂岩と安山岩が主要岩石とな

っている。昭和57年度では 両岩種はそれぞれ全体の32.8%と27.6%を占め 全体の約60%となっている。次いでいわゆる「その他」が12.8% 粘板岩 輝緑岩 玄武岩が各々約4%を占め 砕石原料として重要な岩種となっている。

ここで 用語で問題となるのは採石法で規定された岩石名となっている「粗面岩」である。岩石学における粗面岩は亜アルカリ岩に属する中酸性の岩石で 斑晶がアルカリ長石のほか斜長石 黒雲母 角閃石を有し 石基は粗面岩状組織を示す。化学組成はSiO₂ 57—67%で6—10%のアルカリ量を含有している。地理的にも地質的にもわが国での分布は小規模できわめて限定されており 実際の採石量はほとんどないか あるいは無視できる程度のもと思われる。

一方 採石法には 化学組成の上で花崗岩に対応する珪長質火山岩である流紋岩が規定されていない。わが国では 流紋岩は白亜紀—古第三紀と新第三紀に大量に噴出し とくに西南日本内帯での分布は広大で 一部は砕石資源として採掘されている。流紋岩に属する岩石のあるもの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。実際的には 採石法 砕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「ディサイト」と読み替えて解釈する必要がある。

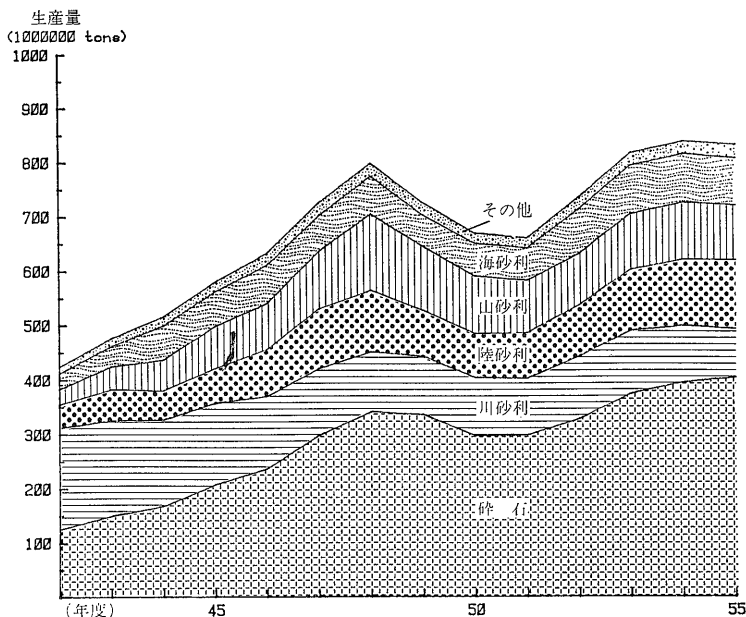
3. 骨材資源の利用の現況と地域的特徴

骨材の供給構造の推移

昭和30年代半ばまでの骨材の主要供給源であった川砂利は その後の採取規制により生産を漸減することになる。規制当初は川砂利をコンクリート用骨材に 砕石を道路・道床用に使用する用途規制から始められた。しかし需要の急伸に伴いコンクリート用骨材の相当部分を砕石が代替えるようになってきた。

昭和42年度から昭和55年度にいたる骨材の供給の推移を第7図に示した。昭和42年度における骨材の総供給量は42,300万トンであったが 内訳では川砂利が最も多く18,700万トン(全体の44.2%)で この他の 砂利は 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%)で 砂利の総計は28,700万トン(67.8%)であった。昭和40年代前半までは川砂利が骨材の主要原料の地位を保っていたことは本図でも明らかに読みとることができる。砕石は12,500万トン(29.6%) 軽量骨材や高炉スラグ骨材の合計は1,200万トン(2.8%)であった。

骨材生産は経済の高度成長の基礎資材として順調に増



第7図
供給源別骨材生産の推移。

産され 昭和48年度には 総計79,900万トンの骨材が供給され 昭和42年度の約1.9倍となった。この間 砕石の供給は34,100万トンに飛躍して全体の42.7%となって主要原料としての地位を占めるようになってきた一方 川砂利は11,000万トン(全体の13.8%)と42年度の約60%に減産された。陸砂利が11,300万トン(14.1%) 山砂利 14,000万トン(17.5%) 海砂利 7,000万トン(8.8%)と川砂利以外の砂利の生産が順調であったことと対照的である。軽量骨材等の供給も合計2,400万トン(3.0%)と倍増している。

昭和49年はオイル・ショックで骨材の需要も低迷の状態であった。51年まで供給量はかなりの落ち込みがみられたが 52年から漸く増産に転じ 昭和54年度には史上最高の供給量を記録して 昭和42年度のほぼ2倍の84,800万トンとなった。その後 再び景気の後退により需要は漸減の傾向が続いている。昭和55年度での全供給量は83,400万トンであったが 砕石の供給はさらにシェアを上げて40,400万トン(48.4%)となる反面 川砂利は8,900万トン(10.7%)に低下した。なお陸砂利は12,700万トン(15.2%) 山砂利 10,000万トン(12.0%) 海砂利 8,700万トン(10.4%)そして軽量骨材と高炉スラグ骨材の供給量は2,500万トン(3.0%)でそれぞれ全体の需要規模の拡大に見合う伸びを示している。

砕石原料資源の地域的特徴

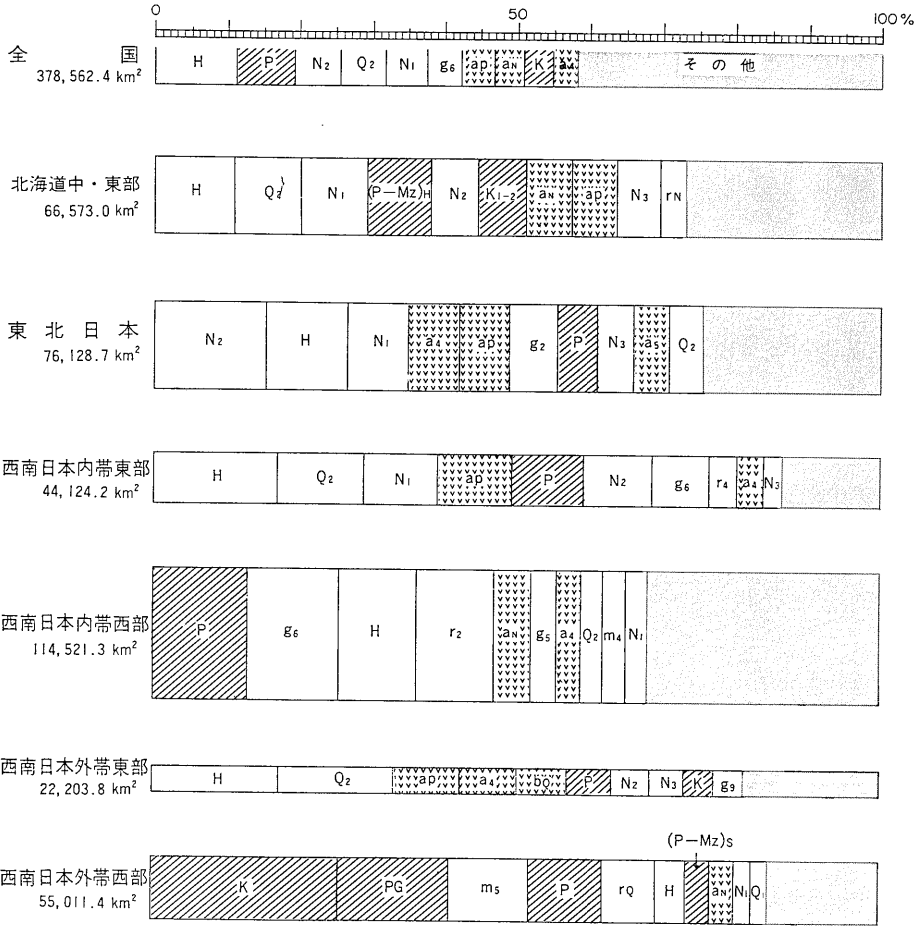
砕石の原料となる岩石は 日本を構成している岩石と

関することはいうまでもない。わが国における砕石原料対象岩石は砂岩と安山岩を二つの主要岩種とするものの 多様性に富みその岩種は20種以上にわたっている。このことは アメリカ合衆国や西ドイツの砕石原料が石灰岩を主体とし 3—4岩種に限定されていることと著しく対照的であるが(江良 1977) これも日本の複雑な地質構造を反映しているものであろう。

磯山ら(1984)はわが国を構成する各種岩石・地層の分布面積に関する興味ある資料を発表した。これは地質調査所で発行した100万分の1日本地質図(第2版 広川ほか編 1978)をもとに 93種類の地質単位について分布面積を測定し 総括したものである。これによると日本は堆積岩(約58%)と火山岩(約26%)で大部分が占められ 深成岩(約12%)と変成岩(約4%)の分布は狭小である。

一方 地質時代別には 堆積岩は新生代約66% 中生代約14% 古生代(—中生代)約20%の割合となり 新生代の堆積岩の分布が卓越していることが指摘され また全体を通じて 新第三紀とそれ以降に生成したものが約57% 新第三紀以前に形成されたものは約43%と算定されている。このうち砕石資源となる堆積岩は新第三紀以前に形成された砂岩や石灰岩が主な対象となるが その分布面積比は全堆積岩の20%以下と見積られるから 国土全体の12%程度と思われる。

これに対し 火山岩の分布面積は国土全体の約26%を占めているが 砕石資源の主対象となる安山岩と玄武岩は約16%となっている。



第 8 図
全国及び地質構造区別の
主要地質単元の分布面積
の比較。

□ : 1,000km²

凡例

- H : 完新世の堆積物 (沖積層)
- a P : 更新世—完新世の輝石安山岩
- r Q : 更新世—完新世のディサイト及び流紋岩
- b Q : 更新世—完新世のソレイト質玄武岩及び高アルミナ玄武岩
- Q 2 : 更新世後期の堆積岩
- Q 1 : 更新世前期の堆積岩
- r N : 鮮新世前期のディサイト及び流紋岩
- a N : 鮮新世—更新世前期の安山岩
- N 3 : 鮮新世の堆積岩 (凝灰岩を含む)
- g 9 : 新第三紀の石英閃緑岩—花崗岩
- a 5 : 中新世後期—鮮新世前期の安山岩 玄武岩
- N 2 : 中新世後期—鮮新世前期の堆積岩
- r 4 : 中新世前期—中期のディサイト及び流紋岩

- a 4 : 中新世前期—中期の安山岩及び流紋岩
- N 1 : 中新世前期—中期の堆積岩
- P G : 古第三紀—中新世前期堆積岩 (四万↑累層群上部)
- g 6 : 白亜紀後期の花崗岩類
- g 5 : 白亜紀後期の花崗岩類 (新期領家花崗岩)
- r 2 : 白亜紀後期の流紋岩及びディサイト
- K 1-2 : 白亜紀中期—後期の堆積岩
- K : 白亜紀の堆積岩
- g 2 : 中生代後期及びそれ以前の花崗岩
- (P-M₂) H : 二疊紀—中生代の堆積岩 (日高層群)
- (P-M₂) S : 二疊紀—中生代の堆積岩 (三宝山・岩泉層群)
- m 5 : 三波川・西彼杵変成岩など
- m 4 : 三郡・飛騨外緑帯変成岩

こうしてみると 砕石原料として適当な岩石が分布する面積は意外に狭小であることに加えて 対象岩石は日本の地質構造に左右されて偏在して分布すること 砕石資源が多く分布する地域は主として山岳地帯で消費地から遠いこと 多くの場合公園法や森林法等により開

発が規制されることなどの諸条件から 実際に採掘して利用できる岩種と地域はきわめて偏在性が高いものとなっている。

第 8 図に磯山ら (1984) による地質構造区別の 主要地質単元の分布面積の比較を掲げたが 東北日本において

は北上山地を除けば 砕石原料のほとんどは安山岩と玄武岩に依存しなければならないのに対し 西南日本外帯西部では 逆に火山岩の分布はきわめて狭小で 堆積岩中の砂岩が主原料とならざるを得ない地質構造となっていることを明瞭に読み取ることができる。

昭昭56年度に砕石原料として採石された岩種の量比を第9図に示す。本図から理解されるように 砂岩が32.9% 安山岩が27.7%でもっとも重要な原料岩石となっている。わが国の岩石構成比率と比較すれば新生代の火山岩と中・古生界の砂岩が主要な砕石原料岩石とならざるを得ないことが理解されよう。

主要な地質構造区分である東北日本と西南日本 そしてそれぞれの内帯と外帯 新第三紀以降に顕著な火山活動がみられる地域では利用される岩石の存在比率が異なることを その地域によって採掘される岩石の特徴から概観してみよう。

第10図は砕石原料がある岩種に偏っている都道府県を示している。マークされた都道府県では 単一岩種が卓越して採取され 砕石原料の50%以上を占めている。極端な例は次のとおりである。砂岩——茨城県 (94.7%) 和歌山県 (100%) 徳島県 (80.8%)。安山岩——秋田県 (80.7%) 石川県・富山県 (87.7%) 鳥取県 (81.9%)。

卓越する岩種は砂岩と安山岩が一般的であるが 特異なケースとして 長崎県——玄武岩 (52.3%) 兵庫県——流紋岩 (50.5%) 奈良県——花崗岩 (52.6%) がある。本図では「その他」として栃木県 (79.3%) 高知県 (63.7%) 沖縄県 (100%) がマークされている。このほか「その他」を多産する都県は大分県 (39.0%) 三重県 (28.0%) 東京都 (21.9%) 徳島県 (19.2%) 滋賀県 (18.4%) などで いずれも石灰石を多産し 一部ではドロマイト 珪石 (チャート) も生産されていることから これらの鉱石のかなりの部分が砕石原料として供給されていることを示している。

先新第三紀の中・古生層が卓越している15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 高知) の合計をとると 砂岩が原石採取量全体の66.6%を占めているのに対し 安山岩は僅か3.1%にすぎない。一方 新生代の火山活動が顕著な14道県 (北海道 青森 秋田 山形 新潟 長野 静岡 石川 鳥取 島根 香川 佐賀 長崎 熊本) の合計では 安山岩が64.8%であるのに対し 砂岩は6.6%と全く逆転しており 構成岩石の違いを忠実に反映している。

第10図でマークがされていない各県は単一岩種では50%を超えない。しかし それぞれ 特徴的な生産の中心となる岩石が存在するのが普通である。例えば 宮



写真1 採石場 (砂岩の露天採掘)。

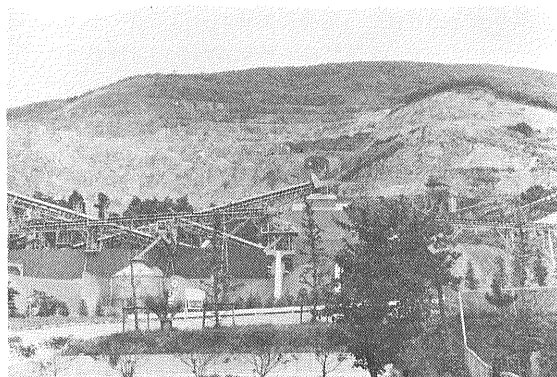
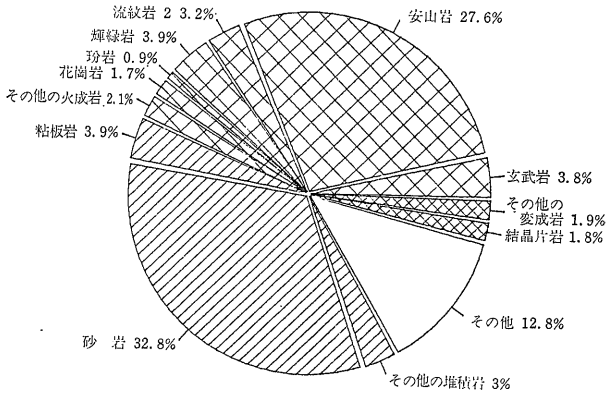


写真2 砕石プラント。



写真3 砕石製品堆積場。

城 福島 山梨 静岡 鹿児島) の各県では生産量の40%以上を安山岩に依存しており 三重 山口) の各県では砂岩が40%を超えて採取されている。



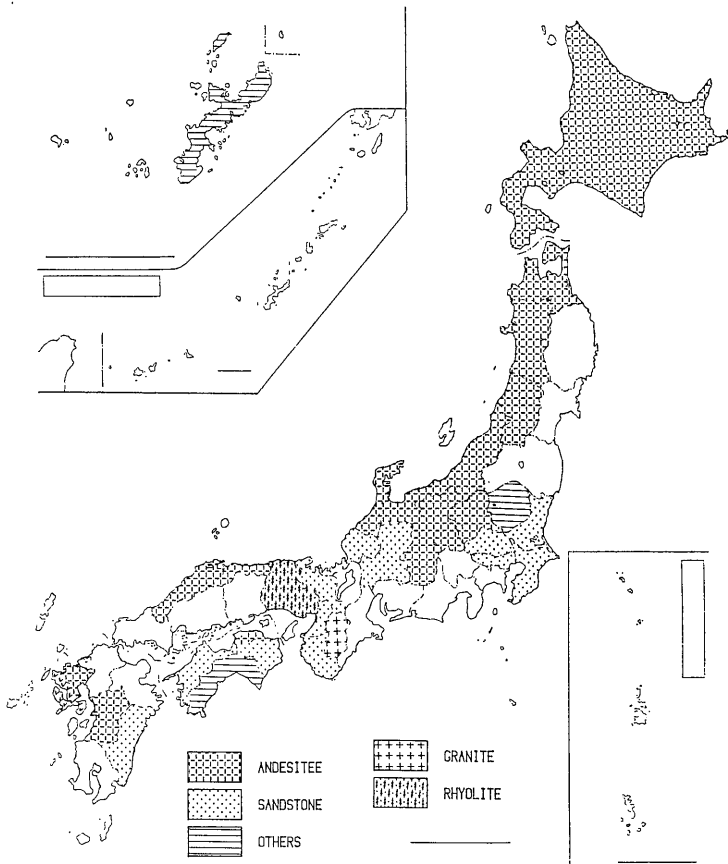
第9図 砕石原料岩石の生産比率（昭和57年）。

砕石の需給関係

主要都道府県別にみた砕石用原石の採取量と消費量を第5表と第6表に 通商産業局別を第7表に掲げた。

これらの表から 1) 砕石用原石の生産と消費はいずれも首都圏 近畿圏 北九州圏 中部圏の大都市周辺で多いこと 2) 原石の採取量 消費量はほぼ釣り合っていることが指摘される。 1) については 人口密集地帯で

砕石の需要が大きいことで当然想定されることである。 2) については 大部分の県が自県内での消費を主体とすること 他県向に出荷している場合でもこれに見合う他県からの受け入れがあってほぼ相殺していること 生産県から消費県へは原石としてよりは 砕石 生コンあるいはコンクリート製品のように中間製品や製品として加工した上で出荷されていることを意味している。



第10図 単一岩種が卓越する都道府県。

第5表 砕石原料岩石の主要生産県(単位 1000トン)

順位	55年			56年			57年		
	都道府県	生産量	比率%	都道府県	生産量	比率%	都道府県	生産量	比率%
1	栃木県	21465	5.1	栃木県	23977	6.2	栃木県	25560	7.1
2	北海道	20803	5.1	福岡県	20376	5.2	福岡県	18561	5.2
3	福岡県	20706	5.1	北海道	18441	4.7	北海道	17104	4.8
4	兵庫県	19204	4.8	兵庫県	16339	4.2	茨城県	14281	4.0
5	茨城県	16477	4.1	茨城県	16070	4.1	兵庫県	13831	3.9
6	東京都	15224	3.8	東京都	14414	3.7	東京都	13649	3.8
7	愛知県	14702	3.6	愛知県	13648	3.5	愛知県	12581	3.5
8	青森県	12370	3.0	岡山県	12760	3.3	大阪府	11543	3.2
9	大阪府	12302	3.0	青森県	11890	3.1	青森県	11120	3.1
10	神奈川県	12233	3.0	広島県	11844	3.0	岡山県	10852	3.0
	全国計	404697			390122			359076	

(砕石統計年報による)

第6表 砕石原料岩石の主要消費県(単位 1000トン)

順位	55年			56年			57年		
	都道府県	消費量	比率%	都道府県	消費量	比率%	都道府県	消費量	比率%
1	栃木県	21318	5.3	栃木県	23576	6.1	栃木県	25104	7.0
2	北海道	20610	5.1	福岡県	20273	5.2	福岡県	18434	5.1
3	福岡県	20584	5.1	兵庫県	18124	4.7	北海道	17029	4.7
4	兵庫県	19607	4.9	北海道	18109	4.7	兵庫県	15237	4.2
5	東京都	17242	4.3	茨城県	15755	4.0	東京都	14871	4.1
6	茨城県	16045	4.0	東京都	15499	4.0	茨城県	14324	4.0
7	愛知県	14486	3.6	愛知県	13599	3.5	愛知県	12480	3.5
8	岡山県	12084	3.0	岡山県	12701	3.3	大阪府	11214	3.1
9	大阪府	12040	3.0	福岡県	12347	3.1	広島県	11024	3.1
10	福島県	11722	2.9	広島県	12023	3.1	岡山県	10821	3.0
	全国計	402309			388992			360889	

(砕石統計年報による)

第7表 通産業局別砕石原料岩石の採取と消費(単位 1000トン)

	56年				57年			
	採 取		消 費		採 取		消 費	
	数 量	比率%	数 量	比率%	数 量	比率%	数 量	比率%
札 幌	18441	4.7	18109	4.7	17104	4.8	17029	4.7
仙 台	52324	13.4	50614	13.0	48131	13.4	47324	13.1
東 京	98404	25.2	97948	25.2	94674	26.4	95335	26.4
名古屋	34844	8.9	34730	8.9	33414	9.3	33370	9.2
大 阪	49284	12.6	51444	13.2	45432	12.7	47105	13.1
広 島	45054	11.6	44834	11.5	40146	11.2	40630	11.3
四 国	18543	4.8	18574	4.8	16141	4.5	16297	4.5
福 岡	64790	16.6	64303	16.5	56917	15.9	56683	15.7
沖 縄	8437	2.2	8437	2.2	7116	2.0	7116	2.0
全 国	390122		388992		359076		360889	

(砕石統計年報による)

製品としての砕石は 大雑把には各地方ブロック毎にバランスがとれる形で需給が保たれている。北海道地方・東北地方では各県ともほぼ自給自足の状態で砕石需要に対する生産の比率は91.1—108.4%の範囲にある。関東甲信越地方では 栃木 茨城 山梨の各県が供給県 埼玉 千葉 神奈川 群馬の各県が不足県で 東京都 新潟 長野 静岡の各県の需給は比較的バランスがとれている。東海地方では 愛知県で生産が不足するが 岐阜 三重の両県から供給されている。近畿地方では 大阪府と奈良県が不足県であるが 兵庫県 京都府などから供給されている。中国地方では山陰の2県が不足気味で岡山県などから供給されている。四国地方では徳島県が不足県 高知 香川両県が供給県となっている。九州地方では佐賀県が不足県 熊本 大分両県が供給県となっている。

他の地下資源に比して生産地と消費地が近接し 輸送距離が短いのが普通であるが 一部の臨海生産地からは海上輸送により遠隔地に運搬されている。代表的には三重県と大分県から東京都 千葉県 神奈川県などへ出荷されている例がある。

4. おわりに

あまり目立った存在ではないが 今日の砕石事業はわが国における地下資源採掘利用の分野では 金属・非金属鉱業をはるかに凌駕する最大の産業に成長してきている。国土の整備を支える基礎材料産業であり 長期的にみた場合 今後も年間10億トン以上にも達する骨材生産の中核として全体的には安定的な発展が予想される。しかし 個々の事業所単位では当面する問題も少なくない。

(1) 砕石事業所は全国で1774箇所(昭和57年3月現在)あるが その多くは中小企業で経営基盤が弱く また 開発に際して資源賦存量 環境問題 輸送問題などの課題をかかえている。これらの諸問題は開発時における計画性の欠如に起因していることが多い。

(2) 首都圏や近畿圏を始め大都市周辺域では 市街化住宅地化などの影響で開発適地は益々遠隔地化する趨勢にあり 既存事業所についても開発環境と輸送条件の悪化は避けられない。

(3) 砂利資源の枯渇に伴い その代替えとして砕石事業は益々盛大になっていくことが想定されるが 前項と関連し 消費地である都市の近郊に新規の採石場や砕石工場を開設することは困難であり 安定供給は期待できない状況にある。

このような事態を打破するためには 既存の採掘場 砕石工場について合理化 近代化を図らなければならないが 長期的には 適地を選定し 採掘場 砕石工場 運搬施設 港湾施設等を完備した大規模骨材資源開発根拠地を建設し 将来の需要増に備える必要がある。

大規模骨材資源開発根拠地は良質な砕石原料岩石が多量に賦存し 環境的な条件が適する地点で開発されなければならないが 開発による直接的あるいは波及的な効果は次のようである。

- (1) 古い体質をもつといわれる骨材生産業界を近代化し合理化された産業に育成し 跡地の処理・利用を含め新しい「開発」業界としてのイメージ・アップが図れる。
- (2) 大規模開発による効果として 製品の安定供給 品質の均質化 価格の安定化が期待できる。
- (3) 無秩序な乱開発による自然破壊が避けられ 跡地の利用を含めた計画的な国土の開発を推進することができる。
- (4) 山間部の過疎地帯に新しい産業を育成し 定着させることにより 地方振興に資することができる。

参 考 文 献

- 通商産業大臣官房調査統計部編 1981—83 昭和55—57年 砕石統計年報
- 通商産業省化学工業局・工業技術院地質調査所 1971—1972 骨材拠点開発モデル調査報告書(昭和44—45年度 骨材賦存量調査報告)
- 通商産業省生活産業局・工業技術院地質調査所 1975—1983 昭和49—57年度 砕石資源調査報告書(骨材拠点開発モデル調査報告)
- 磯山 功 斉藤英二 渡辺和明 橋本知昌 山田直利 1984 100万分の1日本地質図(第2版)から求めた各種岩石・地層の分布面積 地質調査所月報 35 25—47
- 江良誠至 1977 日本における骨材資源の現況と展望 岩尾・黒田編「日本における鉱物資源」共立出版(株)
- 日本工業規格(JIS)コンクリート用砕石 A 5005-1977
割ぐり石 A 5006-1975
道路用砕石 A 5001-1977