

## 円高と瀬戸の珪砂

本告光男・金指正和

### The High Yen-Rate and Glass Sand in Seto

Mitsuo MOTOORI and Masakazu KANEZASHI

This paper presents an effect of the high Yen-rate on the Seto (Aichi) district and its countermeasures. The Seto district is famous for its production of glass sand, which is mainly used as the raw material for glass. About 47% of whole glass sand demand, in particular 60% of glass sand for glass, is provided from the mines in this district. The glass sand mining industry was once a comparatively stable business, but is being seriously affected by the recent high Yen-rate. The most serious problem is that glass industries, which need a large quantity of glass sand, are studying to switch the raw materials for glass from Seto glass sand to the imported one which dropped in price because of the high Yen-rate. Since potter's clay is produced as a by-product in the process of sifting raw gravel from glass sand, the high Yen-rate problem may also effect on pottery industries in Seto. In order to overcome this problem, authors firstly have investigated whether Seto glass sand include more profitable components for glass manufacturing than imported glass sand, apart from the price. Secondly, how much Seto glass sand should be cut in price to win the rival, considering transportation cost. Lastly, we have studied some countermeasures for the high Yen-rate problem.

#### 1. まえがき

愛知県の瀬戸地方はわが国最大の珪砂の産地であり、61年度の統計によれば全国の需要4741千トンの内、2230千トン（約47%）を瀬戸地方から供給している。

珪砂の用途は、その約67%がガラスの原料であり、その他が鑄物砂、珪酸ソーダ等の原料になっている。ガラスの原料については、世界各国ともほぼ自給自足の体制が出来ていて、工芸品以外は輸入も輸出も無く、閉鎖的な業界である。原料は極くありふれた何処にでもある珪砂、長石、ソーダ等であって、付加価値の低い物質である。しかし、ガラスの製造に当たっては大規模な溶融炉を必要とし、大量の重油と電力が消費される。また高度の技術が要求され、製品としては自動車のフロントガラス、強化ガラスのように付加価値の高い商品が多い。

ガラスの原価の70%は固定費（生産設備費用、保温燃料費等）で、30%が変動費（原料費、人件費、燃料費等）である。珪砂のガラス原料としての化学

的研究は歴史的にも古くから行われてきたが、原価に占める割合が比較的小さいので、経済性という立場からは、それほど問題にされないで来たように思われる。ところが、最近ある商社がガラス用の珪砂を輸入する事業に乗りだし、円高ドル安によって国産のものが工場渡し価格で7000—8000円/tであるのに対して、約4000円/tの安値で入ってくるようになった。これは瀬戸の珪砂業界にとっては大きな問題である。

そこで瀬戸の珪砂がガラス用として、それに含まれる成分について、輸入珪砂を上回るような長所を持っていないか、またどこまでコスト・ダウンすれば競争出来るのか、さらにどのような対策が考えられるのか、について検討した。

#### 2. 珪砂産業の実態

わが国の珪砂の消費状況を表・1に示す。特にガラス用の珪砂は純度の高いものが要求され、瀬戸の珪砂はわが国のガラス業界の約60%（昭和61年度）

表・1 全国の珪砂消費量

(単位千ton, 全国対比%)

年 度	全 国			瀬 戸						その他の地区		輸入 kt
	ガラス	その他	計	ガラス用		その他用		計				
51	2804	1882	4686	2185	78	317	17	2502	53	1773	38	411
52	2707	1884	4591	2119	78	326	17	2445	53	1713	37	433
53	2726	1882	4608	2067	76	303	16	2370	52	1762	38	476
54	3018	1559	4577	2357	78	361	23	2718	59	1368	30	491
55	3286	1432	4718	2378	72	356	25	2734	58	1274	27	710
56	2786	1354	4140	1948	70	292	22	2240	54	1383	33	517
57	2991	1158	4149	2127	71	329	28	2456	59	1208	28	485
58	3295	1660	4955	2269	69	374	22	2643	53	1721	35	591
59	3503	1729	5232	2298	66	393	22	2691	51	1785	34	756
60	3390	1800	5190	2126	63	391	22	2517	49	1774	34	899
61	3067	1674	4741	1827	60	403	24	2230	47	1613	34	897

表・2 全国の珪砂の用途別内訳 59年度分

用 途	k ton	割合 %
板ガラス	1193	22.80
ビンガラス他	2310	44.15
鋳物	1028	19.64
その他	701	13.41
計	5232	100.0%

表・5 瀬戸珪砂の用途 59年度

用 途	ton	比率 (%)
1. 板ガラス用	917500	34.2
2. ビンガラス用	1278900	47.6
3. 珪酸ソーダ用	101600	3.9
4. 鋳物用	92300	3.4
5. その他用	296100	10.9
計	2686400	100.0

表・3 輸入珪砂の状況

年 度	オースト ラリア (kt)	東 南 ア ジ ア (kt)	そ の 他 (kt)	計		
				kt	%	前年比
55	601	83	26	710	15.3	144.6
56	398	111	8	517	12.5	72.8
57	395	87	3	485	11.7	93.8
58	493	96	2	591	11.9	121.8
59	649	101	6	756	14.4	127.9
60	757	142	-	899	17.3	118.9
61	717	181	-	898	18.9	99.9

(注) その他：大部分がマレーシア

表・4 瀬戸原鉱の用途

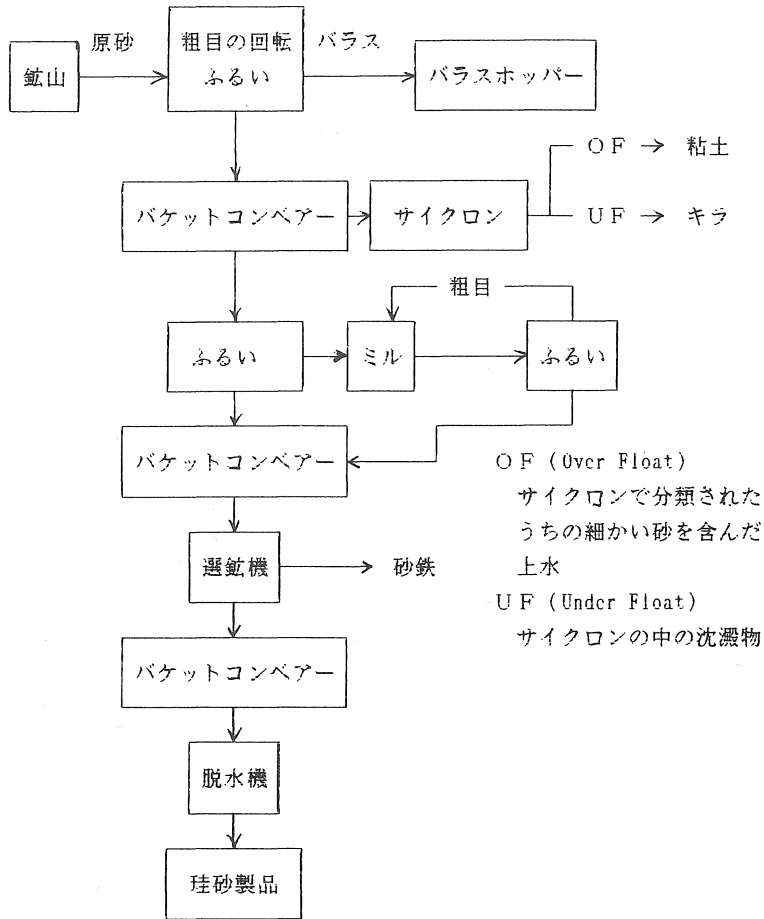
用 途	比率 (%)	備 考
珪 砂	40-60	ガラス等の材料
骨 材	15-35	生コン等の材料
粘 土	10-15	瀬戸物の材料
キ ラ	10-15	鉱山の埋戻し材料

を供給している。

また、珪砂がどういう方面で使われているのか、その用途については表・2のようになっている。ガラス用が約66%で、しかも瓶ガラス用に最も多量に消費されている。問題の珪砂の輸入状況は表・3の通りであるが、問題はオーストラリア産の珪砂である。

次に瀬戸で掘り出される原鉱石の用途別分野を表・4に掲げた。珪砂として利用出来るのは原鉱石の約50%であって、あとは骨材、粘土が副産物として採取される。キラは使いみちの無い層のことで、露天堀の鉱山の埋め戻しに使われている。この埋め戻しは治水と景観のために行われるものである。珪砂として選別されたものは表・5に見られるように、ガラス用に80%以上が充当されている。ガラス用の珪砂は珪酸(SiO<sub>2</sub>)としての純度の高い物が好まれ、不純物、特に鉄(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)が嫌われる。

珪砂の製造は露天掘りの鉱山で原砂を掘りだし図・1の工程によって珪砂としての製品を作りだし



図・1 珪砂の製造工程

表・6 各種ガラスの組成例

(%)

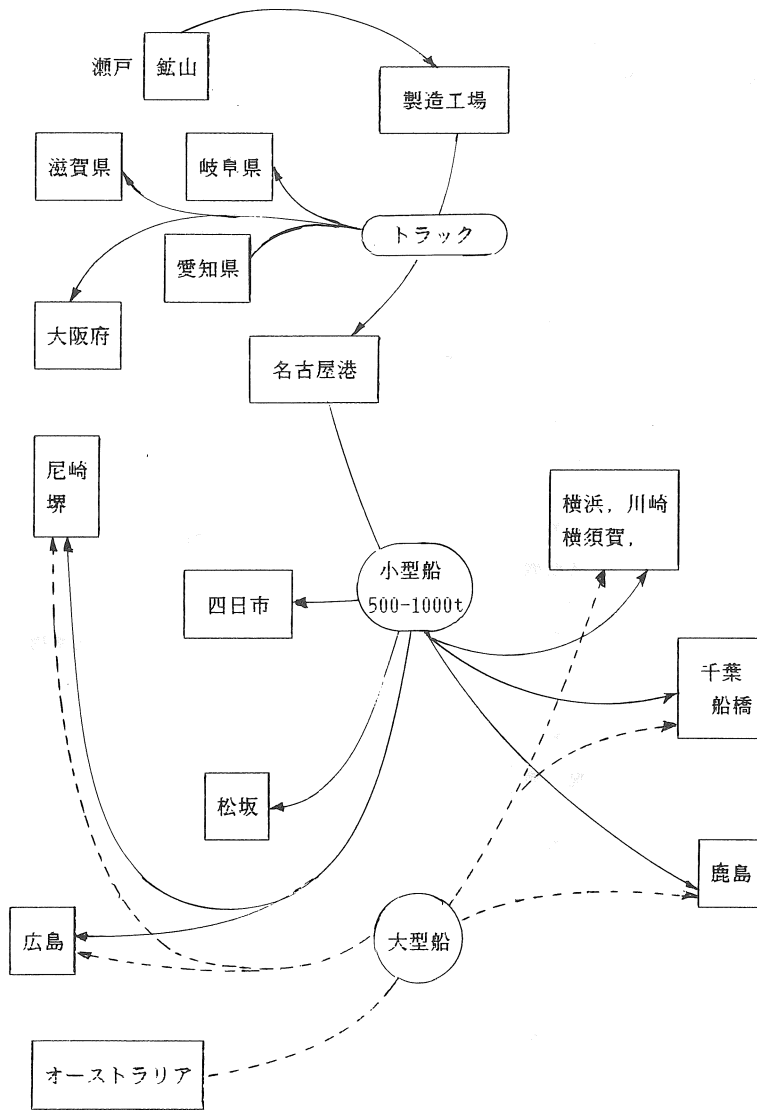
種 類	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	PbO
板ガラス	71.8	1.7	—	7.9	4.0	14.0	—	—
ビンガラス	69.6	2.3	—	7.4	4.5	14.7	1.5	—
電球用	71.7	1.0	—	9.3	0.4	16.8	0.3	—
金属封入用	71.0	2.2	14.1	0.6	0.2	4.3	1.2	6.1
パイレックス	80.5	2.0	11.8	0.3	0.1	4.4	0.2	—
理科学用	72.0	4.2	3.2	1.6	0.5	6.9	3.2	—
クラウン	69.6	0.1	9.9	0.1	2.5	8.4	8.4	—
プリント	54.3	—	1.5	—	—	3.0	8.1	33.0
鉛クリスタル	63.1	0.2	1.1	—	—	2.0	12.0	21.7

ている。

また珪砂のガラス工場までの輸送ルートは、瀬戸の例によれば図・2のようになる。

### 3. ガラスの製造

ガラスは熔融物を急冷するとその粘度が急激に増大して、結晶化することなく冷却固化して得られる非晶質の個体である。即ちアモルファスな固体であ



図・2 珪砂の輸送

る。

ガラスの製造業界は寡占産業で、特に板ガラスについては旭ガラス、日本板ガラス、セントラル・ガラスの3社でシェアを分けあっている感じがする。

したがって珪砂の鉾山の近くに工場を建て、付加価値を高くして消費地に運んだ方が経済的であると素人は思うのであるが、メーカーに言わせると工場は大消費地に近い方が有利であるとのことである。

工業的に生産されているガラスは、その大部分が酸化珪酸（シリカ、SiO<sub>2</sub>）を

主体とした。いわゆる珪酸塩ガラス(SiO<sub>2</sub>-CaO-Na<sub>2</sub>O)である。

### 3・1 ガラスの組成

ガラス製品はその組成によって特性が異なり、種類も多く表・6はその例を示したものである。

ガラスの原料についてもその用途によって多くの組合せがあり、それによって特性が決まるものである。

### 3・2 ガラスの原料<sup>1),2)</sup>

ガラスの主要原料について一般に次のようなことが云われている。

表・7 珪砂の成分表

(%)

成分名	ベルギー	イギリス	アメリカ	ベトナム	オーストラリア	瀬戸陣屋	静岡宇久須
SiO <sub>2</sub>	99.24	99.80	99.48	99.70	99.55	97.70	97.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.37	0.32	0.16	0.07	0.08	1.15	1.16
TiO <sub>2</sub>	0.04	0.00	0.05	0.04	0.03	0.04	0.62
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.06	0.07
CaO	0.08	0.00	0.11	0.01	0.02	0.02	0.02
MgO	0.02	0.00	0.05	0.01	0.02	0.04	0.02
R <sub>2</sub> O*	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80
灼熱減量	0.08	0.02	0.13	0.15	0.22	0.22	0.91

\* : R<sub>2</sub>O=Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O

(1) 珪酸 (SiO<sub>2</sub>)

ガラスの主成分は珪酸であり普通65~70%の珪酸 (SiO<sub>2</sub>) を含んでいる。珪酸の原料は通常ガラス用珪砂が使われる。

粒度が均一であるのが望ましく、ガラスの組成によって最適な粒度は異なる。細粒は早く溶解するが泡を形成しやすく、粗粒は溶解が遅くスカム(scum)砂利、コード(すじ)の原因になりやすい。

珪砂の成分は産地によって多少異なり、表・7は産地別にその成分を比較したものである。

オーストラリア、ベトナムの珪砂は珪酸 (SiO<sub>2</sub>) の純度が高く、国内産の珪砂はアルミナ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) の含有量が比較的多くなっている。

(2) 石灰 (CaO)

珪酸塩ガラスの主成分の一つである。高温で粘性を小さくする作用があり、また電氣的絶縁性を増大させる。これらの目的のためにガラスの材料として数%導入される。

(3) ソーダ (Na<sub>2</sub>O)

珪酸塩ガラスの主成分の一つである。ガラスの材料として2~17%導入される。ソーダはソーダ灰、ぼう硝、ほう砂、硝酸ソーダ等から導入される。

(4) アルミナ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

化学的耐久性を増大させ、弾性率や硬度を増大させる効果があり、また、その含有量は熔融温度に関係し、ガラスには普通1~5%程度材料として含まれている。珪砂、長石、粘土に不純物として含まれているものを使っている。

(5) 鉄 (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

普通の透明ガラスではゼロでありたい物質である。珪砂、長石、粘土から不純物として入ってくる

が、その量によって青から緑さらに黄緑に着色されるので、着色剤として使用する以外は厄介のものである。従って、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量の多い材料は値段も安い。

(6) マグネシア (MgO)

ソーダ石灰ガラスにおいては粘性の温度傾斜をゆるやかにしたり失透性を低減させるためにCaOと置換して用いられる。一般にCaOとともにガラス成分となるので、苦灰石から導入されることが多い。

(7) カリ (K<sub>2</sub>O)

ガラス成分としてのカリは粘性を高める作用があり、他方粘性の温度傾斜をゆるやかにする特徴がある。またガラス中にK<sub>2</sub>OとNa<sub>2</sub>Oが共存すると、混合アルカリ効果によって電気抵抗を大きくする性質があり、それが電気絶縁用ガラスに用いられている。カリ長石、炭酸カリ、硝酸カリ等からとっている。

(8) カレット (屑ガラス)

ガラス製品において、調合原料だけで溶解することは極めて希で、一般的にカレット(ガラスの製造工程の各所で出る屑ガラスや不良品を粉砕した屑ガラス)を全投入量の20%~70%混入する。それによって熔融しやすくなるからでありカレットも重要なガラス原料の一つであり、粒度は数mmから数cmのものが使用される。

4. ガラス材料の最適混合比の問題

以上の成分を取り出すための原料としては、主として珪砂、粘土、石灰、長石、苦灰石、が用いられ、そのほかにカリ硝石、炭酸カリ、ソーダ灰、が使われる。これらの原料は産地によって含まれる成分も異なり、主なものについての組成を表・8、表・9、

表・10、表・11、表・12に掲げた。

さて、このような事情の中で瀬戸の珪砂がどのような位置づけになるかが問題である。国内産の珪砂は輸入珪砂に比べアルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 等の不純物がやや多く含まれている、表・7を参照。これらの不純物はアルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) を始め、ガラスの成分としても必要とするものもあるので、ガラス原料の混合に当っては国産珪砂と輸入珪砂の価格差を絶対額のみで比較することには無理がある。このガラス原料の調合の問題については、問題の性質上、各メーカーによって既に十分検討し尽くされた問題であると思われるが、具体的な内容については経営戦略上おそらくそれを外部に発表することは有り得ないと思われる。そこで、外から推測によって検討しようというわけであるが、この問題に線型計画法を適用した例もある<sup>3),4)</sup>ので、我々も線型計画法の混合問題として扱うこととした。

#### 4・1 前提条件

##### (1) 製造方式

現在のガラス製品の大部分はタンク窯による連続

溶融方式でガラス原料の溶融を行っている。しかし、数 ton/日程度以下の小規模生産の場合は、るつぼ窯による非連続的な溶融方式がとられている。ここでは大量生産の場合とし、タンク窯で製造するものとして扱った。

##### (2) ガラス原料の価格

表・13はガラスの成分別に原料として利用されているものをあげ、おおよその価格を記入したもので

表・8 粘土の成分表 (%)

成分名	福島県 石川	益田 良品	益田 普通	岡山県 山手	三重県 阿山
$\text{SiO}_2$	65.44	65.06	67.59	65.44	76.71
$\text{Al}_2\text{O}_3$	19.55	18.16	17.86	19.15	13.60
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.55	0.20	0.28	0.34	0.11
CaO	0.49	0.06	0.12	0.42	0.39
MgO	0.12	0.34	0.02	0.04	0.04
$\text{K}_2\text{O}$	10.78	12.18	13.14	14.01	5.35
NaO	3.77	3.31	—	—	3.08
IgLoss	—	—	—	—	—

表・9 CaO原料の成分表 (%)

成分名	栃木葛 生 A	栃木葛 生 B	岐阜県 赤坂	岡山県 井倉	岡山県 小倉	米・Ohio
$\text{SiO}_2$	0.22	0.22	0.12	0.02	0.30	7.41
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0.20	0.05	0.01	0.00	0.19	1.55
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	1.90
CaO	51.90	54.15	52.70	55.00	54.00	45.44
MgO	3.22	1.14	0.54	0.40	1.50	2.70
$\text{K}_2\text{O}$	—	—	—	—	—	—
NaO	—	—	—	—	—	—
IgLoss	43.92	43.80	46.03	43.62	43.66	39.65

表・10 長石の成分表 (%)

成分名	白岩 長石	川俣 長石	金丸 長石	小滝 長石	岐阜 砂婆	瀬戸 砂婆	藤岡 砂婆	京都 砂婆
$\text{SiO}_2$	65.58	65.54	65.77	74.78	77.18	74.94	78.66	73.29
$\text{Al}_2\text{O}_3$	20.07	19.89	19.27	15.60	12.93	14.00	11.13	15.20
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.88	0.16	0.09	0.19	0.72	0.08	0.63	1.16
CaO	0.36	0.36	0.05	1.56	0.54	0.72	0.12	2.28
MgO	0.58	0.33	0.11	0.14	0.08	0.22	0.10	0.05
$\text{K}_2\text{O}$	11.03	6.30	10.86	0.52	4.82	6.96	5.93	3.07
NaO	3.73	7.36	3.54	7.45	3.56	2.86	2.27	3.92
IgLoss	0.70	0.57	0.30	0.34	0.83	0.38	1.06	0.75

表・11 苦灰石の成分表 (%)

成分名	福岡 恒見	大分 臼杵	大分 津久見	岡山 入野
SiO <sub>2</sub>	0.21	0.16	0.57	1.46
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.09	0.20	0.15	0.15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.57	0.15	0.49	0.65
CaO	34.53	34.16	35.05	31.45
MgO	18.82	17.90	18.08	20.50
K <sub>2</sub> O	—	—	—	—
NaO	—	—	—	—
IgLoss	45.44	47.04	44.74	45.08

表・12 その他の成分 (%)

成分名	カリ 硝石	炭酸 カリ	ソーダ 灰	屑ガラ ス
SiO <sub>2</sub>	—	—	—	70.98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	1.91
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	0.05
CaO	—	—	—	9.04
MgO	—	—	—	1.67
K <sub>2</sub> O	46.50	68.10	—	1.32
NaO	—	—	58.50	14.51
IgLoss	—	—	—	—

表・13 変数および推定単価 (円/kg)

材料	産地	変数	単価	材料	産地	変数	単価	
珪砂	ベルギー	X <sub>1</sub>	5	長石	白岩長石	X <sub>19</sub>	20	
	イギリス	X <sub>2</sub>	5		川俣長石	X <sub>20</sub>	30	
	アメリカ	X <sub>3</sub>	7		金丸長石	X <sub>21</sub>	28	
	ベトナム	X <sub>4</sub>	4		小滝長石	X <sub>22</sub>	24	
	オーストラリア	X <sub>5</sub>	4		岐阜砂姿	X <sub>23</sub>	18	
	瀬戸陣屋	X <sub>6</sub>	6		瀬戸砂姿	X <sub>24</sub>	26	
	静岡宇久須	X <sub>7</sub>	6		藤岡砂姿	X <sub>25</sub>	16	
粘土	福島県石川	X <sub>8</sub>	30	石	京都砂姿	X <sub>26</sub>	15	
	益田(良品)	X <sub>9</sub>	20		苦	福岡県恒見	X <sub>27</sub>	30
	益田(普通)	X <sub>10</sub>	20		灰	大分県臼杵	X <sub>28</sub>	35
	岡山県山手	X <sub>11</sub>	15		石	大分県津久見	X <sub>29</sub>	25
	三重県阿山	X <sub>12</sub>	20			岡山県入野	X <sub>30</sub>	30
C a O	栃木葛生A	X <sub>13</sub>	10	ソーダ灰		X <sub>31</sub>	70	
	栃木葛生B	X <sub>14</sub>	10	カリ硝石 炭酸カリ	X <sub>32</sub>	100		
	岐阜県赤坂	X <sub>15</sub>	10		X <sub>33</sub>	140		
	岡山県井倉	X <sub>16</sub>	11		カレット(屑ガラス)		—	20
	福岡県小倉	X <sub>17</sub>	12					
	米・Ohio	X <sub>18</sub>	8					

表・14 瓶ガラスの成分表(例) (%)

成分名	A 社		B 社			C 社	
	白	茶	白	茶	青	白	茶
SiO <sub>2</sub>	70.98	71.78	73.66	71.30	71.34	72.14	69.32
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.91	2.31	2.05	2.10	2.92	2.75	4.47
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05	0.09	0.11	0.09	0.44	0.12	0.45
CaO	9.04	9.64	6.00	6.90	8.66	6.74	7.67
MgO	1.67	2.06	2.79	3.21	0.36	1.70	1.17
K <sub>2</sub> O	1.32	1.07	0.97	1.40	1.40	1.12	1.73
Na <sub>2</sub> O	14.51	13.44	14.22	14.21	14.88	13.86	15.15

ある。ガラスのメーカーがこれらの原料をどの位の価格で購入しているかは、各社ともそれぞれの事情もあり、マル秘事項となっているので、この推定単価はわれわれが勝手に推定したものである。

4・2 モデル

前述のように、板ガラス、瓶ガラス、光学ガラス等その種類によって要求される材料の組成が多少異なるので、最も消費量の多い瓶ガラスの例で検討した。

表・14は瓶ガラスの組成を例示したもので、色によって、またメーカーによっても少しづつ相違している。ここではA社の白色瓶ガラスの組成について、代表例としてとりあげることにした。

問題を表・13に示した原料の候補について、白色瓶ガラス100kgを最も経済的に生産するのには、どの原料をどれだけ導入すべきかを選択する線型計画法の混合の問題として以下のようなモデルを考えた。

(条件式)

$$\sum_{j=1}^{33} a_{ij}x_{.j} = b_i, \dots\dots\dots(1)$$

$$\sum_{j=19}^{26} x_{.j} \geq 5 \dots\dots\dots(2)$$

$$x_{.j} \geq 0 \dots\dots\dots(3)$$

(目的関数)

$$f = \sum_{j=1}^{33} v_{.j}x_{.j} \text{ --- min } \dots\dots\dots(4)$$

但し、 $a_{ij}$  ; 成分  $i$  が原料  $j$  に含まれている量  
 $x_{.j}$  ; 原料  $j$  の使用量

$b_i$  ; 成分  $i$  の必要量

$v_{.j}$  ; 原料  $j$  の推定単価

(2)式は長石が微量であってはバランスよく混入しないので、条件としていたものである。

このモデルによって表・13の単価を用い、瀬戸珪砂及び宇久須珪砂の単価をそれぞれ(6, 6), (4, 4), (4, 3), (3, 3), (2, 2), (1, 1)円と入れ換えて計算を実行した。オーストラリアの珪砂の単価については、工場渡し価格\$24-25/t(フレートを含む)と云われているから、円換算で

$$\$ 1 = \text{¥}160 \text{ とすれば}$$

$$24 \times 160 = 3840 \text{ (円)}$$

$$25 \times 160 = 4000 \text{ (円)}$$

となる。現在は\$1 = ¥130円の情勢であるが、輸入商社が可成り値を下げて出している気配もあるので、4000円/tで計算することとした。

4・3 計算結果

これらの計算結果を表・15に示した。日本の珪砂は4円/kgまでは導入されないが、3円/kgにすれば導入される。したがって3000-4000円/t位になれば太刀打ち出来るという結論である。その他の原料についても推定単価を振らせてみて、いろいろなケースについて試算を行ったのであるが大勢には大きな影響はなかった。

5. 瀬戸珪砂の評価

ガラス・メーカーのある筋で「\$1=240円時代ならば瀬戸の珪砂も7000-8000円/tで互角にやれた

表・15 計算結果

変数	原 料	(4, 6, 6)	(4, 4, 4)	(4, 4, 3)	(4, 3, 3)	(4, 2, 2)	(4, 1, 1)
X <sub>5</sub>	珪砂オーストラリア	51.9592	51.9592	29.6197	21.6442	21.6442	19.2542
X <sub>6</sub>	珪砂陣屋	—	—	—	32.1245	32.1245	34.6816
X <sub>7</sub>	珪砂宇久須	—	—	23.8343	—	—	—
X <sub>9</sub>	粘土益田良品	2.6549	2.6549	1.2938	0.8171	0.8171	—
X <sub>13</sub>	石灰石栃木葛生	10.2723	10.2723	10.2890	10.3098	10.3098	10.3037
X <sub>21</sub>	長石金丸長石	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000	5.6273
X <sub>28</sub>	苦灰石大分県臼杵	2.6332	2.6332	5.4978	5.4669	5.4669	5.4766
X <sub>29</sub>	苦灰石大分県津久見	2.8151	2.8151	—	—	—	—
X <sub>31</sub>	ソーダ灰	0.2785	19.3900	19.3040	19.2743	19.2743	19.2651
X <sub>33</sub>	炭酸カリ	2.8151	0.2785	0.3819	0.4185	0.4185	0.4496
f (x)		2029.311	2062.478	2055.917	2041.516	2009.391	1975.473



が、\$ 1 = 160円時代になると3000円/t位にしないと競争にならないだろう」と云っていた。この発言は

\$ 1 = ¥240  
 24×240=5760 (円)  
 25×240=6000 (円)  
 \$ 1 = ¥160  
 24×160=3840 (円)  
 25×160=4000 (円)

という計算からも肯定出来る内容のものである。

表・15の内容はこれらとも符合するので、この試算結果はほぼ妥当な結果と考えられる。

しかし、残念ながら以上の試算によって瀬戸の珪砂が輸入珪砂に対抗する組成成分上の長所は認められなかった。従って価格で対抗するしかないわけである。

6. コスト・ダウンの対策

そこで、コスト・ダウンの対策であるが、瀬戸の珪砂について図・2の各プロセスにおけるコストの動きを大掴みにすると

(鉱山出口の単価350/t)  
 鉱山→製造工場の運賃 ¥200/t  
 製造工場の経費  
 電力料金 ¥600—700/t  
 設備経費、人件費等 ¥2800/t  
 (製造工場出口の単価¥3950—4050/t)  
 メーカーの工場までの運賃 約¥4000/t  
 (工場入口の単価¥7000—8000/t)

ということになる。

(1) 製造工場の経費削減

製造工程での電力の使用量が多く、今後はガラス・メーカーの品質向上策として珪砂の品質についての要求も厳しくなるであろう。これはコスト・アップの要因である。これに対して、電力料金の値下げはこの業界にとっても好材料であり、円高のメリットを活かしたいものである。しかしコストに対する割合が小さいので、効果はそれほど期待出来ない。現在の業者は零細企業がおおく、愛知県珪砂鉱業共同組合に加入している企業は現在59社であるが、昭和59年度の会員51社の規模は次のような内容である。

生産量  
 月産 (ton) 企業数  
 1000以下 15

1000—3000以下	8
3000—5000以下	9
5000—8000以下	9
8000—10000以下	2
10000以上	7
計	51

従業員数

従業員数	企業数
10人以下	13
10—20人以下	20
20—30人以下	8
30—40人以下	3
40—50人以下	2
50以上	5
計	51

その他生産工場の省力化によって、新規採用を控える等の合理化は既に実施済みであり、それらを含めて工場出口の価格が約4000円/tとなっている。オーストラリアの場合この価格が\$ 10/t程度といわれているので、その差は大きい。

従って考えられることは生産工場を共業化して工場施設のスケール・メリットと省力化を追求する対策である。

(2) 陸上輸送の運賃

輸送用のトラックは、現在10tonのダンプ・カーが法的上限であるとして使用されているが、もし30tonのダンプカーで輸送することが出来た場合の運賃は10tonダンプとほとんど変わらないというから、運賃コストは1/3になるということである。

このような重厚長大産業の基幹輸送ルート of トラックの最大積載量が10tonで抑えられているという事は、信じられないような事実である。これは法的な解釈で解決出来るものか、出来るものなら即刻改めるべきである。

しかし、それはそれとして、日本の道路は如何にも貧弱であり、ここにも社会資本の問題がある。長期的な計画に基づく、基幹輸送ルート of 整備が必要であろう。

(3) 海上輸送の運賃

国内の海上輸送に使われている船は500—1000tonの古い小型船であり、また、東海地方は生産地域であって消費地域ではないという事情もあって、帰りの積荷がほとんど期待出来ない。従って運賃は割高になっている。

それに比べてオーストラリアからの輸送は数万 ton の船が使われ、しかも帰りには自動車等の日本からの輸出品を満載しているので割安の運賃になっている。約 \$ 11/t ( \$ 1 = ¥160 とすれば ¥1760/t, \$ 1 = ¥130 とすれば ¥1430/t ) である。

国内輸送の場合、海運不況対策の一貫として大型船を建造して振り向けることに、制約があるようであるが、これも理解に苦しむ矛盾の一つである。

## 7. あとがき

オーストラリア珪砂は今年の4月までは100万 ton/年の生産体勢であったが、現在は200万 ton/年の生産体勢となり、その80%が日本に輸出されている。

ただ国産珪砂は安定して供給されるので、保険の意味と輸入珪砂に対する牽制の意味で、ある程度は使われるであろう。

しかし、このままではガラス・メーカーの溶解炉の補修工事の時期等を期に輸入珪砂の割合を増やしていくことが考えられる。

重厚長大産業の中には、例えば鉄鋼産業のように原鉱石や原料を遠く海外から輸入している産業が多い。それは日本には無いものであるから、やむを得ないのである。しかし、珪砂の場合は国内の目と鼻の先に資源があるのに物流問題が壁となって、途方もない長距離輸送を行うロスと矛盾に対してやり場のない憤りを感じるのである。

また、将来、情報化の進展によっては「3. ガラスの製造」の冒頭で述べたように、ガラス工場を珪砂の鉱山の近くに立地することも考えられる。消費者に関する情報が情報ネットワークによって、地方にいても中央と同様に入手出来て、同様の情報活動

が出来るならば、珪砂を運ぶよりは工場の方を鉱山に接近させた方が経済的であろう。もちろんこれは、珪砂を生産する側の理屈であって、ガラス・メーカーにとっては土地、設備投資の資金、移転費用、人的問題等の諸問題を考慮した上でなければ現実的とはいえないであろうが、国策的に検討してみることはあながち無駄な事ではないと思う。

## 8. 謝辞

この論文で使用した珪砂の統計、瀬戸珪砂の状況についての情報の入手に御協力賜った愛知県珪砂鉱業協同組合事務長 三浦 明氏に深謝いたします。

また、ガラスの原料および製造法等の知識について御指導賜った名古屋工業大学無機化学系 教授 高津 学氏に厚く御礼申し上げます。

### (参考文献)

- 1) 功刀, 加藤, 長坂: 無機材料, 共立出版(株), 1984.
- 2) 作花, 境野, 高橋編: ガラスハンドブック, 朝倉書店, 1987.
- 3) Johnson L. R.: Calculation of Batch Formulas Using Linear Programming, Ceram. Bull, Vol.46, No.11, pp.1116-1117, November 1967.
- 4) Johnson L. R. & Terrell M. P.: Calculation of Empirical Formulas Using Linear Programming, Glass Ind, Vol.49, No.11, pp.610-612, November 1968.

(受理 昭和63年1月25日)