

■ シリーズ特集 ■

明日を支える資源 (28)

塩資源の現状と将来

Review of Salt Resources

橋 本 壽 夫*

Toshio Hashimoto

1. はじめに

塩は人間にとって生命を維持するために不可欠な物質である。したがって、塩との付き合いは人間の歴史とともに始まっている。最初は栄養素、調味料として、14世紀頃からはヨーロッパで魚の塩蔵法が発明されたことから食物保存用として塩が飛躍的に使われるようになった¹⁾。海水、内陸の岩塩、かん水泉から作られる自然の貴重な恵である塩はその支配権をめぐる戦争の原因にもなった。また、この貴重な物質は古くから塩税という言葉で徴税の手段として用いられて来たが、現在でもドイツでは食用塩に限り塩税を課している。

古代ローマでは兵士の給与の一部として *salarium argentum* と呼ばれて塩が支給されたが、これが今日サラリーという言葉で残っている。古代ギリシアでは奴隷売買に塩が使われ、塩ほどの値打ちもない奴隷という言葉も使われていた。

このように貴重な塩は、18世紀末のルブラン法の発明に始まり、19世紀末のソルベーによるアンモニア・ソーダ法の発明によって、化学工業の原料として使われるようになった。塩は食用から化学工業用の基礎原料として劇的な変身をとげたのである。

塩を原料とするクロールアルカリ工業は化学工業の基幹産業であり、塩の消費量がその国の化学工業の隆盛度を表している。クロールアルカリ工業製品から発展していく製品を含めると、塩の用途は15,000種にもおよぶ²⁾、我々の文化的な日常生活は塩によって支えられていると言っても過言ではない。

我が国は塩資源の源となる海に取囲まれてはいるが塩資源はなく、140万トン程度の食用塩を海水から日本独特のイオン交換膜電気透析法で国内生産している。他は毎年数100万トンの塩を輸入している世界で、

二を争う塩輸入国である。塩は石油、鉄鋼石とともに基幹産業の原材料として全面的に供給を海外に仰いでいる物質の一つである。

2. 世界の塩資源

塩資源は岩塩、かん水、天日塩に大別される。世界の塩資源分布を図-1に示す³⁾。この図中のメキシコおよびオーストラリアのいくつかの大規模な天日塩田は日本への塩供給用に開発されたもので、文献³⁾には記載されていない。また、小さな天日塩田は省略したし、最近発見された岩塩鉱床は図中に記載されていない。

塩資源は海に由来するものであり、海水量と塩分濃度から計算すると、海水中には 40×10^{15} トンあることになる。天日塩は主として海水を原料としているので、塩資源は無尽蔵にあると言える。

2. 1, 岩塩

カンブリアン紀、前カンブリアン紀に地殻変動で内陸に閉じこめられた海が干上がって塩が析出し岩塩層ができた。通常5~40mの厚さで世界中に広く分布している。比重の重い岩石に囲まれた状態では、層状の塩は地層の弱い部分を通して上方に移動し、垂直な円柱状のドームとなることがある。メキシコ湾周辺には300以上のドームがあり、一つのドームが 80km^3 の容積を持ち数10億トンの塩で出来ているものもある⁴⁾。岩塩の品質は地域によって異なり、白、赤、茶、黄、青、桃、灰色と様々な色をしており、純度は88~99%ぐらいであるが、非常に純度の高い透明な結晶もある。不純物は主に硫酸マグネシウム、硫酸カルシウム、塩化マグネシウム、塩化カルシウム等である。岩塩の埋蔵量は *Minerals Commodity Summaries* によると大量としか記されていない。最近の資料から目に止まった埋蔵量の記事を一覧表にして表1に示す。

2. 2, かん水

かん水は濃い塩水として塩湖(グレート・ソルト・

* 日本たばこ産業(株)塩専売事業本部調査役

〒100 東京都千代田区霞ヶ関3-3-2霞ヶ関ビル8階

表3 1987年の世界の主要塩消費国の生産量、輸用量、輸入量（千トン）

国名	生産量	輸用量	輸入量	見掛けの消費量
北アメリカ				
カナダ	10,294	1,925	1,112	9,481
メキシコ	6,000	(4,625)	—	1,375
アメリカ	33,541	491	7,140	40,163
その他	5,659	902	47	4,804
北アメリカ合計	51,467	7,943	8,299	51,823
南アメリカ				
アルゼンチン	1,180	—	—	1,180
ブラジル	3,538	—	—	3,538
チリー	871	(428)	—	443
コロンビア	655	—	—	655
その他	808	—	—	808
南アメリカ合計	7,053	428	—	6,624
西ヨーロッパ				
オーストリア	709	—	—	700
ベルギー	500	84	1,294	1,710
デンマーク	499	241	297	555
フィンランド	—	—	(96)	96
フランス	7,758	601	169	7,326
西ドイツ	11,200	2,146	710	9,764
イタリア	4,694	(2,325)	(342)	2,711
オランダ	3,979	2,659	285	1,605
ノルウェー	—	—	(170)	170
ポルトガル	573	—	—	573
スペイン	3,084	(120)	—	2,964
スウェーデン	—	2	1,157	1,155
イギリス	7,080	405	223	6,898
その他	524	1	209	732
西ヨーロッパ合計	40,600	8,584	4,952	36,968
東ヨーロッパ				
チェコスロバキア	245	—	—	245
東ドイツ	3,053	(210)	—	2,843
ポーランド	6,168	(112)	—	6,056
ルーマニア	5,398	—	—	5,398
ソ連	16,057	(68)	—	15,989
ユーゴスラビア	504	—	—	504
その他	166	—	—	166
東ヨーロッパ合計	31,591	390	—	31,201
アフリカ				
エジプト	1,012	—	—	1,012
南アフリカ	704	—	—	704
チュニジア	417	78	—	339
その他	1,213	53	122	1,282
アフリカ合計	3,346	131	122	3,337
アジア				
バングラデシュ	499	—	—	499
中国	18,000	(703)	—	17,297
インド	10,978	—	—	10,978
インドネシア	600	—	—	600
イラン	700	—	—	700
日本	1,397	1	6,830	8,226
北朝鮮	571	—	—	571
韓国	664	—	—	664
パキスタン	789	—	—	789
台湾	218	—	597	815
トルコ	1,217	—	—	1,217
その他	2,062	13	190	2,239
アジア合計	37,695	717	7,617	44,595
オセアニア				
オーストラリア	6,169	(3,855)	—	2,314
その他	64	1	—	63
オセアニア合計	6,233	3,856	—	2,377
世界総計	177,984	22,049	20,900	176,925

表4 世界の主要製塩企業 (1987の生産量百万トン以上)

会社名	国名	生産塩種 (1)	1987年の生産 量(千トン)
Akzo NV :	オランダ		
Akzo Zout Chemie BV	オランダ	v	4,000
Antiles International Salt Company NV	オランダ	s, m	350
Dansk Salt I/S	デンマーク	b, v	540
Diamond Crystal Salt Company	アメリカ	b, r, v	7,000e
International Salt Company	アメリカ	b, v, s	2,300e
Norddeutsche Salinen GmbH	西ドイツ	b, v	390
		Akzo 合計	14,580
Solvay et Cie SA :	ベルギー		
Solvay et Cie SA	ベルギー	b, r, v	500
Solvay et Cie SA	フランス	b, v	2,500e
Deutsche Solvay-werke GmbH	西ドイツ	b	8,100
Solvay et Cie SA	イタリア	b	1,800
Solvay et Cie SA	スペイン	b, r, v	1,000
		Solvay 合計	13,900
Morton Thiokol :	アメリカ		
Canadian Salt Company Ltd	カナダ	b, r, v, p	3,530(2)
Morton Bahamas	バハマ	s, m	810
Morton Thiokol	アメリカ	b, r, v	8,000e
Seleine Mines Inc.	カナダ	r	1,070(2)
		Morton Thiokol 合計	13,410
ICI plc	イギリス	b, r, v, g, d	6,000e
ESSA-Exportadora del Sal	メキシコ	s, m	5,500e
VEB Kombinat KALI	西ドイツ	r, m, y	3,050
Dampier Salt Pty Ltd.	オーストラリア	s, m, b, y	2,900
Dointar Inc. (Sifto Salt Division)	カナダ	b	2,810(2)
CSME (Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est SA)	フランス	s, m, b, r, v	2,500
Leslie Salt Company	オーストラリア	s	1,900
Dow Chemical Canada Inc.	カナダ	b	1,750
Compagnie Industrielle et Moniere (Rhône-Poulenc)	フランス	b	1,500
Italkali-Sta Italiana Sali Alkalini SpA	イタリア	r, v	1,500
Unionsal-Union Salinera de Espana SA	スペイン	s, m, v	1,300e
Kali und Salz AG	西ドイツ	r, p	1,150
Montedison SpA	イタリア	b, v	1,100
Salines de Punta de Lobos SAM	チリー	r	1,050
Cargill Inc. (Leslie Salt Company)	アメリカ	s, v	1,000e
Sudwestdeutsche Salzwerte AG	西ドイツ	r	1,000

(1) r=岩塩
b=かん水
v=真空式せんごう塩
s=天日塩

m=海塩
g=粒状塩
d=樹枝状塩
p=カリウム鉱山からの副産塩

(2) 1986の生産量
e 推定値

5. 塩の貿易量

塩の国際貿易量は表3に示す通りで、年間2千万トン強である。1億8千万トンの生産量に比べると非常に少ない。これは塩が生産されているところで主として消費されていることを示している。塩は価格の安い基礎物資であり、かさばるため長距離輸送には適さない、そこでしばしば国境を越えた相互輸送が行われる。ヨーロッパの国々やアメリカとカナダ、メキシコとい

った国々である。日本のように塩のない国ではやむをえず長距離からでも塩を輸入しているが、アメリカは塩の大生産国でありながら日本と同じ程度の塩量を輸入している。塩の三大輸出国はメキシコ、オーストラリア、オランダで、三大輸入国はアメリカ、日本、ベルギーである。塩生産のない北欧三国のスウェーデン、ノルウェー、フィンランドは塩の供給を全面的に輸入に依存している。

塩の貿易量を決める大きな要素は表5の塩の用途を

表5 1982～1987年の地域別及び世界の末端用途塩推定消費量

	1982	1983	1984	1985	1986	1987
北アメリカ						
塩素/か性ソーダ	19,650	23,300	22,850	22,400	24,550	25,650
ソーダ灰	2,150	2,100	2,000	2,000	1,050	1,050
その他化学製品	1,000	1,100	1,000	1,000	1,100	1,200
道路融氷雪	12,900	8,950	13,300	15,050	13,400	13,050
食用	3,350	3,300	3,100	3,100	3,150	3,300
その他	6,500	7,000	7,000	7,000	6,250	6,250
南アメリカ						
塩素/か性ソーダ	1,700	1,700	1,950	1,900	1,950	1,950
ソーダ灰	550	550	550	500	550	550
その他化学製品	50	100	100	100	100	100
道路融氷雪	*	*	*	*	*	*
食用	1,900	1,900	1,950	2,000	2,050	2,100
その他	2,000	2,000	2,200	2,200	2,300	2,300
西ヨーロッパ						
塩素/か性ソーダ	15,900	17,300	17,300	17,500	17,400	17,500
ソーダ灰	9,400	9,450	9,250	9,400	9,150	9,200
その他化学製品	1,350	1,400	1,400	1,400	1,450	1,500
道路融氷雪	6,500	4,000	3,900	5,000	4,700	4,500
食用	2,650	2,650	2,650	2,650	2,650	2,650
その他	4,000	3,000	3,000	3,000	3,500	3,500
東ヨーロッパ(ソ連含む)						
塩素/か性ソーダ	9,200	9,450	9,800	9,900	10,200	10,500
ソーダ灰	11,750	11,750	12,100	11,400	11,650	12,050
その他化学製品	1,200	1,350	1,400	1,500	1,450	15,000
道路融氷雪	1,300	1,200	1,400	1,700	1,550	1,500
食用	2,050	2,050	2,050	2,100	2,100	2,100
その他	1,500	1,500	1,500	1,500	1,550	1,600
アフリカ						
塩素/か性ソーダ	50	50	50	50	50	50
ソーダ灰	100	100	100	100	100	100
その他化学製品	*	*	*	*	*	*
道路融氷雪	—	—	—	—	—	—
食用	2,050	2,100	2,150	2,200	2,300	2,350
その他	950	1,000	1,000	1,000	1,050	1,050
アジア						
塩素/か性ソーダ	10,200	10,550	11,200	11,500	12,000	12,500
ソーダ灰	6,400	6,900	7,300	7,700	8,050	8,600
その他化学製品	1,000	1,000	1,100	1,100	1,150	1,200
道路融氷雪	*	*	*	*	*	*
食用	19,500	20,150	20,600	20,950	21,300	21,700
その他	3,000	3,000	3,100	3,100	3,150	3,150
オセアニア						
塩素/か性ソーダ	200	200	200	200	200	200
ソーダ灰	500	500	500	500	500	500
その他化学製品	*	50	50	50	50	50
道路融氷雪	—	—	—	—	—	—
食用	200	200	200	200	200	200
その他	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
世界						
塩素/か性ソーダ	56,900	62,550	63,350	63,450	66,350	68,350
ソーダ灰	30,850	31,350	31,800	31,600	31,050	32,050
その他化学製品	4,600	4,900	5,050	5,050	5,300	5,500
道路融氷雪	20,700	14,150	18,600	21,750	19,650	19,050
食用	32,100	32,350	32,700	33,200	33,750	34,400
その他	19,150	18,700	19,000	19,000	19,000	19,050

見れば分るように、クロールアルカリ工業の景気の動向と北米、北欧の冬期の気象条件である。

6. 価格動向

塩の価格は塩種、品質、需給状況、取引条件等によって異なるが、代表的な国際貿易価格として日本に輸

入されている天日塩の輸入価格と、アメリカで取引されている価格を表6に示す⁴⁾。1980年には第二次オイルショックで価格が急上昇している。

塩の国際貿易量は2千万トン強で、その内の750万トン(表7参照)を輸入している日本の塩購入価格が世界の塩市場価格に及ぼす影響は大きい。

表6 日本の輸入塩価格 (CIF) とアメリカの塩価格の動向

年	オーストラリア	中 国	メキシコ	ア メ リ カ			
	天日塩	天日塩	天日塩	天日塩	岩塩	せんごう塩	かん水塩
1977	16.25 (7.64)	17.67	14.60				
1978	16.24 (8.11)	19.20	14.99				
1979	16.73 (7.80)	18.31	15.56				
1980	24.08 (9.10)	21.81	21.22				
1981	25.53 (12.45)	23.06	22.39				
1982	27.72 (11.67)	23.41	25.00		(15.31)		(6.85)
1983	26.70 (12.93)	23.02	24.64		(14.80)		(5.57)
1984	24.76 (12.87)	20.39	23.02	(13.80)	(13.20)	(47.28)	(5.57)
1985	30.98 (12.11)	25.49	29.46	(17.46)	(14.91)	(47.34)	(6.77)
1986	26.46 (12.87)	25.07	26.00	(15.38)	(14.03)	(47.01)	(5.68)
1987	22.93	24.09	21.51	(15.23)	(13.78)	(44.22)	(5.43)

注： 数値は各国からの平均輸入価格でイギリスの年平均交換率で円から米ドルに換算したものである。

() 書きの数値はFOBでイギリスの年平均交換率で豪ドルから米ドルに換算したものである。

アメリカの塩価格はコンテナ費用を含まない工場出荷価格 (FOB) である。

表7 日本の塩需給 (単位: 千トン)

年 度		59	60	61	62	63	
需	一般用	1,813	1,790	1,797	1,782	1,781	
	ソーダ工業用	6,193	6,141	6,213	6,632	7,075	
	合 計	8,006	7,931	8,010	8,414	8,856	
供	国内生産	1,335	1,329	1,371	1,401	1,360	
	輸	一般用	545	458	427	395	416
		ソーダ工業用	6,193	6,141	6,213	6,632	7,075
入	小 計	6,783	6,599	6,640	7,027	7,491	
	合 計	8,073	7,928	8,011	8,428	8,851	

7. 日本の塩事情

日本には塩資源がなく、天日塩を製造するにも気象条件に恵まれていないため、昔から天日塩田により濃厚かん水をつくる採かん工程と、濃厚かん水から塩結晶を採るせんごう工程に分けた独特の製塩作業が行われてきた。現在では、採かん工程は塩田法からイオン交換膜電気透析法による海水濃縮法に変わっており、気象条件に左右されないで化学工業的に計画生産が出来るようになった。

その昔、日本の製塩業は零細で塩の品質は悪く、コストは高かったため、明治29年以降急増してきた輸入塩は国内塩業に大きな衝撃を与え、政府は明治38年に日露戦争の戦費調達のために財政収入確保の手段として塩専売法を制定し、あわせて国内塩の保護、育成と塩需給の調整を図ることとした。その後、大正8年からは財政専売制から公益専売制となった。昭和25年には戦中、戦後の物資窮乏を反省し、塩業対策として食

用塩だけは国内生産で自給すべきであり、そのために国内塩業の育成を図ることが閣議決定された。専売制導入以来、明治44年と昭和4年に不良塩田の整理と塩価低減、塩業の安定を図るために二回にわたる塩業整備が行われた歴史に加えて、この閣議決定により増産、コスト低減のための研究開発が一層活発に行われるようになり、その結果、過剰生産が生じ、その整理で昭和34年、コスト低減で昭和46年とさらに二回にわたる塩業整備が行われた。特に46年の合理化では、塩田製塩からイオン交換膜製塩法に全面的に製法転換して、製塩企業の規模を1社15万トン程度とし、数は7社として塩価格を国際価格なみに低減していくこととなった⁸⁾。

イオン交換膜製塩法はソーダ会社が工業用塩の国産化を目指して開発した技術であるが、表6の国際取引価格から見て、現状ではまだまだ工業用塩まで国産化できる段階ではない。しかし、製塩コストの低減は着実に進んでおり、現在でもイオン交換膜、電気透析槽の性能向上に向けて研究開発が続けられている。

最近の日本の塩需給状況は表7に示す通り、ここ数年間は800万トンの塩消費量であったが、この2～3年の景気の好況を反映してソーダ工業用塩の消費量が急速に伸びてきた。この傾向は今後も続き、ソーダ工業用の需要が伸びて輸入量が增大していくものと思われる。

8. 日本のソーダ工業

日本のソーダ工業は明治14年にルブラン法でソーダ

類、さらし粉の工業的製造を開始したことに始まり、明治44年に水銀電解ソーダ法の工業化を始め、大正4年には隔膜法電解、大正6年にはアンモニア・ソーダ法と新しい技術を取入れ⁹⁾、最近では水銀公害問題から水銀電解法からイオン交換膜電解法への全面転換を終了した。

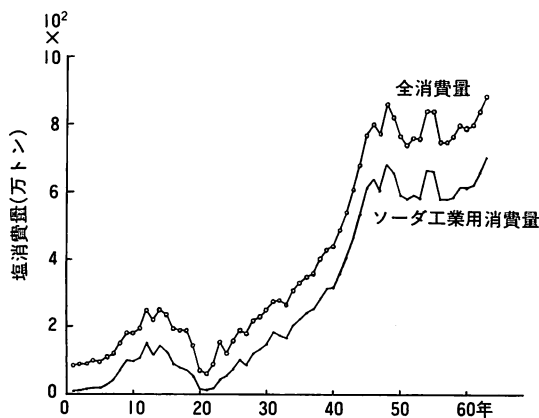


図-4 日本の塩消費量の推移

ソーダ工業で使用される塩は全て海外からの輸入に依存しており、昭和年代の塩消費量を図-4で見ると¹⁰⁾、第二次世界大戦でソーダ工業用塩の輸入途絶と戦災によって壊滅的な打撃を被っていることが分る。戦後23年頃からほぼ順調に復興し始め、昭和40年以後は急速な成長を遂げ、オイル・ショックでは一時停滞したが、再び急速な成長の兆しを見せている。全消費量との差は主として食用であるが、一部、一般工業用、動物飼料用、道路融氷雪用も含まれている。

日本に輸入される塩は昭和49年以前は地中海、紅海、南米、東南アジアからも運ばれていたが、その後塩田開発の進んだメキシコ、オーストラリアから良質の塩が大量に安定供給されるようになり、一部中国からも輸入され、この三国からの輸入が一昨年まで続いていた。しかし、近年、台風による塩田被害と中国国内の内需拡大により、中国からの塩が輸入できなくなり、インドからのトライアル輸入やメキシコ、オーストラリアからの輸入量拡大で一時的に急場をしのいでいる

が、日本国内の好景気が続けば、輸入塩の拡大供給は困難となり、取引塩田での塩田拡張、増産計画が検討されている。

9. まとめ

塩資源の現状と将来について概観して来たが、まとめてみると、塩資源は無尽蔵にあり世界中に比較的万遍に存在している。したがって、価格としては非常に安い資源であり、販売価格のうち、輸送コストが占める割合が大きい資源である。日本のように遠方から船で運んでくる場合には、一度に11万トン、15万トンの塩を積載できる専用船でピストン輸送していても、どのくらいの輸送費がかかっているかは表6を見れば推定できる。

塩の国際貿易量は2千万トン強で、その内の750万トンを日本が輸入しており、この量は急速に増加する兆候を見せている。塩の国際貿易で需給バランスが崩れ、供給不足が始まろうとしているが、大量に供給するには生産と輸送に関するインフラストラクチャーの整備が必要で、塩が無尽蔵にあることと、経済的にその安定供給を確保することは別のことである。

四面を海に囲まれた日本は海水を資源化する努力が必要ではないかと思われる。

参考文献

- 1) Robert P. Multhauf ; Neptune's Gift : A History of Common Salt (1979), The Johns Hopkins University Press Ltd.
- 2) Industrial Minerals, March (1977) 17~27
- 3) Stanley J. Lefond ; Handbook of World Salt Resources, Plenum Press (1969)
- 4) The Economics of Salt 1989 sixth edition, (1989), Roskill Information Services Ltd.
- 5) Le Sel, Compagnie des Salins du Midi et des Salines de L'est (1985), 67, Presses Universitaires de France
- 6) 同上, 73
- 7) Dennis S. Kostick ; Bureau of Mines Minerals Yearbook (1987, 1986, 1985), United States Department of the Interior
- 8) 塩業整備報告 第一巻 (1966), 日本専売公社
- 9) 日本ソーダ工業100年史 (1982), 日本ソーダ工業会
- 10) 専売事業統計要覧 (1955) 他, 日本たばこ資料, 日本専売公社, 日本たばこ産業(株)