

特 輯

美國과 世界의 肥料展望(3)

Ⅲ. 肥料生産技術과 資源

A) 질소

(i) 生産技術

질소는 수소와 化合하여 무수암모니아( $NH_3$ )를 合成하는데 이것은 모든 窒素肥料 生産에 기초가 되는 生成物이다. 수소 生成의 効率성과 費用은 바로 암모니아 生産 코스트를 決定한다. 천연가스 메탄( $DH_4$ )는 주로 미국에서 암모니아 合成에 사용된다.

왜냐하면 이것이 수소 生成의 가장 값싼 원천이기 때문이다. 유럽에서는 원유, 석탄, 낱사 등이 널리 사용된다.

노르웨이에서 사용하는 것처럼 물을 가수분해 하여 수소를 얻을 수도 있는데 이러한 工法이 경제적이 되려면 아주 低廉한 電力을 이용할 수 있어야 한다.

암모니아 合成工場은 두 種類로 나누어 지는데 첫번째는 1960년대까지 건설된 것으로 피스톤 압축기를 사용한 것이다. 이 공장들의 生産能力은 15,000 ~ 20,000톤이다.

두번째 것은 증기 터빈에 의한 원심 압축기를 사용한 것이다. 生産能力은 연간 암모니아 340,000 ~ 510,000

規模인데 年中 25 ~ 35 일은 설비유지를 위해서 操業을 중단한다.

이 두 種類 모두 탄화수소를 수소와 산화탄소로 分離시키는 스팀을 이용한다. 淨化後 수소는 대기중 질소와 結合하여 암모니아를 生成한다.

現在의 投資 및 稼動費를 考慮하면 천연가스를 원료로 使用하는 大規模 원심 압축기에 의한 工場이 훨씬 경제적이다. 따라서 천연가스 매장이 豊富한 국가들이 질소비료 生産의 潛在力이 높다.

1971年 末까지 發見된 世界 天然가스 매장량은 1.169 조 평방 피트로 추산된다.

미국은 現在의 조업조건과 경제성을 고려하면 1971년 말 현재 279 조 평방 피트의 천연가스 매장량을 保有하고 있다.

천연가스 매장의 定義에 關한 국제적인 基準이 없기 때문에 미국의 매장량과 他國의 매장량을 비교하는데 問題點이 있다. 여러가지 가격에서 有用한 世界 천연가스 매장량에 대한 추산은 <表8>에 의한다.

〈表 8〉 여러 價格에서 有用한 천연가스의 推算<sup>1)</sup>

(단위 : 兆평방피트)

地 域	1,000 평방피트에 대한 71년 不變價格			
	\$ 0.182 <sup>2)</sup>	\$ 0.34	\$ 0.44	\$ 0.55
北 美 其 他	279	580	900	2,349
南 美 其 他	40	480	950	1,750
合 計	319	1,060	1,850	4,099
南 美 其 他	90	600	1,000	1,280
유 럽 <sup>3)</sup>	30	200	410	640
아 시 아 <sup>4)</sup>	250	1,450	1,800	2,100
아 프 리 카	170	1,400	2,030	2,700
소련, 중공, 몽고	300	1,300	3,000	4,230
호주, 東인도	10	120	330	550
태 평 양 諸 島				
總 合 計	1,109	6,130	10,420	15,599

1) 이 資料만으로는 여러 價格에서 경제적으로 有用한 매장량을 결정하기에는 不充分하다.

2) 1971년 平均價格, 1,000 평방피트당 \$ 0.182

3) 소련 除外

4) 중공, 몽고, 東인도 除外

1962년부터 1971년까지 미국 가스연합회(AGA)에 의하면 천연 가스의 매장량이 272.3 조 평방피트에서 278.8 조 평방피트로 증가했다. 그러나 매장치 생산 비률(R/P)은 1962년 20.0:1에서 1971년에는 12.6:1로下落했다.

North Slope 매장지를 빼면 71년 R/P 비률은 11.5:1로 떨어진다. 세계의 其他 地域에서의 이 R/P 비률은 71년에 83:1이었다

미국은 相当한 매장량을 保有하고 있지만 極히 높은 소모율을 보이고 있다. 그 反面 아시아, 북아프리카, 中央計劃 經濟國家(소련, 미국, 몽고) 등은 특히 그들의 생산량과 비교해 볼때 상당한 천연가스 供給량을 지니고 있다. 따라서 그들의 암모니아 生産에 對한 暫在力은 높다.

암모니아를 生産하기 위해서 石油 生産物을 使用한다면 아시아와 아프리카는 그들의 매장량 때문에 암모니아 생산증대의 暫在力이 더욱 높아지게 된다. (表9) 石炭은 그의 대체제 보다 훨씬 코스트가 높기 때문에 암모니아 生産을 위한 水素生成 원료로서 덜 使用된다.

<表9> 여러價格에서 有用한 原油埋藏의 推算

(단위 : 달러 . 10 億배럴)

地 域	72年 價格 平 均 1)	추정매장량 <sup>2)</sup>	100 % 價格引上	추정매장량 <sup>3)</sup>
北 美				
美 国	3.39	36.3	6.78	39.9
其 他	2.97	15.0	5.94	16.5
合 計		51.3		56.4
南 美	2.30	28.3	4.60	31.1
유 럽	3.25	90.6	6.50	99.7
아 프 리 카	3.40	106.4	6.80	117.0
아 시 아	2.43	388.0	4.86	426.8
오세아니아	2.60	2.3	5.20	2.5
總 合 計		666.9		733.5

1) Bureau of Mines 에 의한 美国價格 (배럴당 72年·不變價格)

2) 미국석유연구소와 石油 및 가스 저널에서

3) 매장량 - 價格 關係를 數量化할 수 있는 資料가 이용되지 못했  
다. 따라서 經濟計劃을 위해서 다만 100 % 價格引上이 10  
%의 매장량을 增加시키는 것으로 假定했다.

만약 기술진보가 石炭의 가스化를 用易하게 한다면 美國은 유리한 입장에 있게 된다. 왜냐하면 71년도 價格水準으로 는 美國이 실질적으로 모든 世界의 可用 매장량 중에서 대부분을 占有하고 있기 때문이다. (表 10, 11)

(ii) 生産物

순수한 狀態에서 암모니아는 重量 比率로 82.24 % 질소와 17.76 % 수소를 함유하고 있다. 1972년에 美國内에서는 74 %로 固定된 암모니아를 질소비료로 使用하게 되었다. 그리고 암모니아는 直接 肥料로서 使用되기도 하지만 直接, 間接으로 다른 질소비료 生産物을 만드는데 使用된다.

지난 4年동안 무수암모니아의 直接 施肥는 美國内에서 전 질소비료의 使用量중 38 %를 차지한다. (表 12)

液体암모니아, 질산암모니아, 黄酸암모니아, 尿素, 질소용해물 (nitrogen solutions) 및 其他 여러가지 질소비료가 36 %를 차지하고 混合肥料 중에 包含된 窒素質이 나머지 26 %를 차지한다.

<表 10 > 여러價格에 對한 可用 역칭탄 매장량 推定<sup>1)</sup>

(단위 : 100 만 short ton)

地 域	屯当 71年度、不変價格			
	\$ 7.13 <sup>2)</sup>	\$ 20.00	\$ 25.00	+\$ 25.00
北 美				
美 国	65,000	130,000	230,000	548,000
캐 나 다	-	5,000	20,000	33,500
其 他	-	500	1,000	1,900
합 計	65,000	135,500	251,000	583,000
南 美				
브 라 질	-	1,000	3,000	5,870
콜 롬 비 아	-	1,000	3,000	6,975
其 他	-	500	1,000	1,640
합 計	-	2,500	7,000	14,425
유 럽				
벨 지 움	-	-	500	990
체코슬로바키아	-	-	3,000	6,365
프 랑 스	-	-	1,000	1,540
서 독	-	-	20,000	38,500
네 델 란 드	-	-	1,000	1,315
폴 란 드	-	-	15,000	25,160
스 페 인	-	-	1,000	1,560

소련	-	-	1,000,000	2,266,880
영국	-	-	4,500	8,525
기타	-	-	1,000	1,733
합계	-	-	1,047,000	2,352,568
아프리카				
남아프리카	-	4,000	20,000	39,860
기타	-	1,000	3,500	7,490
합계	-	5,000	23,500	47,350
아시아				
중국	-	50,000	275,000	556,050
인도	-	6,000	30,000	58,440
일본	-	1,000	5,000	10,585
기타	-	400	2,000	4,060
합계	-	57,400	312,000	629,135
오세아니아				
호주	400	1,000	4,500	8,800
뉴질랜드	-	-	200	460
합계	400	1,000	4,700	9,260
세계총계	65,400	201,400	1,645,200	3,636,138

1) 미국을 除外하고는 모든 국가에 무연탄 매장량 包含.

2) 1971年 国内 平均價格

資料: Bureau of Mines.



<表 11> 여러價格에 對한 可用한 갈탄 매장량 推定 <sup>1)</sup>

(단위 : 백만 short ton)

国 名	屯当 71年 不変價格			
	\$ 2.03 <sup>2)</sup>	\$ 8.00	\$ 12.00	+ \$ 16.00
北 美				
美 国	25,000	50,000	125,000	224,000
캐 나 다	-	5,000	10,000	13,000
합 計	25,000	55,000	135,000	237,000
유 럽				
오 스톤 리아	-	-	50	75
불 가 리 아	-	-	400	615
체 코	-	-	3,000	5,420
프 랑 스	-	-	20	50
東 独	-	-	10,000	16,500
西 独	-	-	20,000	34,000
그 리 스	-	-	400	850
항 가 리	-	-	2,000	3,120
폴 란 드	-	-	4,000	8,175
루 마 니 아	-	-	400	750
소 련	-	-	400,000	775,000
유 고	-	-	7,000	14,600
합 計	-	-	447,270	859,155

아 시 아				
中 共	-	-	100	385
인 도	-	100	500	1,100
터 어 키	-	100	500	1,050
합 계	-	200	1,100	2,535
오 세 아 니 아				
호 주	-	5,000	25,000	52,500
뉴 질 랜 드	-	-	100	210
합 계	-	5,000	25,100	52,710
其 他 国 家	-	1,000	3,500	7,142
世 界 総 計	25,000	61,200	611,970	1,158,542

1) 美国을 除外하고는 모든 国家에 대해서 무연탄 包含

2) 1971年度 国内平均價格

<表 12> 美国에서의 直接施肥에 의한 肥料 消費

(单位: 1,000 吨)

種 類	1965	1970	1971	1972	1973
무수암모니아	1,563	3,468	3,968	3,637	3,581
액체암모니아	820	701	738	733	714
질산암모니아	1,634	2,144	2,843	3,031	3,221
황산암모니아	775	782	902	934	828
질소용해물	1,922	3,243	3,482	3,420	3,680
질산나트륨	301	86	99	97	58
요소	428	534	601	785	933
기타질소비료	252	240	220	104	240
인 과 석	477	170	122	71	51
과 린 산					
(22% 또는 그 이하)	455	312	276	218	177
(22% 이상)	729	1,205	1,220	1,263	1,246
인산암모니아	720	644	605	607	703
기타인산비료	155	191	189	216	205
염화칼리 (50~62%)	814	2,173	2,269	2,462	2,561
기타칼리비료	122	237	232	223	186

비료생산에 사용되지 않은 암모니아는 플라스틱제조 ( 6% ) ,  
폭발물제조 ( 4% ) , 식품가공 , 良質종이 생산을 위한 펄프제조 ,  
합성고무제조등 광범위한 용도에 사용된다.

## B) 인산

### (i) 매 장

인광석의 매장은 전세계에 널리 퍼져있다. 그러나 수요한  
매장지는 미국 , 北아프리카 , 그리고 소련이다. ( 表 13 )

南아메리카의 수요한 매장지는 페루의 Sechusa 사막이다.  
기술적 및 정치적 이유로 상업적인 開鑿이 지연되고 있다  
호수에서도 대규모 매장지가 發見되었다. 그러나 매장지와  
관련된 諸問題點이 수년동안 인광석의 개발을 지연시킬 것  
이다. 아시아에서의 인광석 매장의 잠재적인 지역을 조사  
하는데는 자료가 不足하다. 단지 東南아시아에서 알려진  
개발 可能한 매장지는 北베트남에 있다.

미국에서는 23개수에 걸쳐 매장되어 있는데 수요매장지  
역은 플로리다 , 북캘로라이나 , 테네시 , 아이다호 , 몬타나 , 와이  
오밍 , 유타 등이다.

<表 13> 여러價格에 대하여 可用한 인광석 및 인회석 매장량  
推 定

(단위 : 백만 Short tons p)

지 역	함유된인산 \$ 58	톤 당 \$ 86	72년불변價格 \$ 144
北 美			
미 국			
플 로 리 다	168	223	349
北 켈 로 라 이 나	38	98	279
테 네 시	4	17	84
아 이 다 호	24	279	838
몬 타 나	1	36	168
유 타	27	56	321
와 이 오 밍	1	20	61
기 타 주	-	14	64
기 타 국가	1	4	140
합 계	254	747	2,282
南 아 메 리 카			
유 럽	22	72	796
소 련	126	314	628
기 타	5	9	18
합 계	131	323	646

아 프 리 카			
알 제 리 아	20	46	92
모 로 코	75	753	3,764
스페인領사하라	62	108	155
튜 니 지 아	39	77	116
기 타	66	278	551
합 계	262	1,262	4,678
아 시 아			
中 共	9	37	148
北 베 트 남	11	23	61
이 스 라 엘	6	22	58
요 르 단	15	29	NA
기 타	9	60	389
합 계	50	171	656
오 세 아 니 아			
호 주	-	84	182
크리스마스島	13	17	-
기 타	7	9	-
합 계	20	110	182
세 계 總 計 <sup>1)</sup>	739	2,685	9,240

1) 72년 세계생산량은 1,400만 Short tons이었다.

테네시에서의 매장량은 抽出率에도 달려있지만 10 ~ 20년 후에는 고갈될 것이다. 이지역에서의 낮은 함유도의 매장지는 현재 상업적으로 유용한 것으로 간주되지는 않고 있다.

플로리다의 매장지역은 2000년대에도 계속 생산할 수 있을 만큼의 인광석을 保有하고 있다. 北플로리다의 매장지는 완전히 평가되지는 않았으나 적어도 35 ~ 40년은 채굴할 수 있을 것이다. 플로리다매장지와 관련된 조업상의 문제는 인의 抽出이 저조하고 불순물의 함유도가 높다는 점이다. 따라서 인의 回收率의 向上, 泥鉍의 水分除去기구의 발달 및 토지 埋築계획의 確立등으로 플로리다지구의 매장지의 수명을 연장시킬 수 있을 것이다.

北캘로라이나 매장지는 플로리다 매장지보다는 크지며 훨씬 낮은率로써 채굴되고 있다. 아이다호, 몬타나, 와이오밍, 유타의 매장지는 비료의 消費지역과 항구로부터 멀리 떨어진 관계로 높은 輸送費때문에 東部市場에서 競爭이 되지 않는다. 더우기 西部매장지의 특징인 좁고, 깊고 불연속적인 광맥으로부터 回收되는 인의 코스트, 여러가지 함유등급, 그리고 기타 要因들 때문에 이 매장지들이 경제적으로 不利하다. 그러나 東部매장지가 고갈되면 西部매장지에 대한 需要는 增加될 것이다.

(ii) 生産技術과 生産物

플로리다의 인광석은 大部分 18 ~ 49 평방야드의 용적 버겔 ( bucket ) 을 가진 전기드랙라이 ( electric draglines ) 로써 채굴된다. 채굴된 인광석은 직경 18 ~ 24 인치의 강철 파이프라인을 통해 매장지로 부터 6 마일정도 떨어진 세척공장 ( Washing plants ) 로 연결된다. 北캐롤라이나매장지는 上部地層이 약 100 feet 가량 되는데, 72 평방야드의 bucket dragline 이 채굴에 사용된다.

테네시 매장지와 西部의 노출매장지에서는 인광석이 2 ~ 3 평방야드 정도의 삽으로 채굴되며 트럭이나 기차에 의해서 공장으로 輸送된다. 거의 모든 상업용 생산에 사용되는 인광석은 노출매장지 ( Open pit mining ) 에 의하여 抽出된 것이다.

미국에서는 肥料用과 産業用에 유용한 生産物을 얻기 위하여 인광석을 분해하는데 두가지 기본적인 方法이 있는데 그것은 基本的 磷要素를 抽出하기 위한 酸처리와 전기용광로에 의한 환원方法 ( acid treatment and electric furnace reduction ) 이다.

대부분의 경우 황산은 미국에서 인광석을 분해하는데 쓰인다. 보통 과린 산을 생산하는데는 우선 인산염을 水溶性 或은 유용한 인산염으로 ( monocalcium phosphate ), 변환시키기 위하여 良質의 인광석에 황산을 충분히 첨가



한다. 황산칼슘도 生産되는데 混合物로부터 分離되지 않는다. 인산을 生産하기 위하여 황산이 추가로 필요하며 生産된 인산은 不溶性 황산칼슘으로부터 여과된다. 황산에 의한 方法은 燐의 90% 이상의 回收에 유용하지만 대량의 不純 황산칼슘이 폐물로서 生産된다.

인산을 포함한 산성인광석은 三重과린 산을 生産한다. 인산은 카리와 (或은) 암모니아와 結合하여 고농축비료 磷安과 인산카리 ( Potassium phosphate )를 生産한다.

인광석을 산성화하기 위한 질산 및 질산과 기타酸의 混合은 미국에서는 별로 사용되지는 않는다. 왜냐하면 질산처리 에 의한 生産物은 吸濕性 질산칼슘성분 때문에 암모니아 化 ( ammoniation )의 재처리를 해야 肥料에 알맞는 物質 이 된다. 질산에 의한 인산 ( Nitrophosphatic ) 肥料는 미국농업에서는 별로 쓰이지 않는다.

전기용광로 환원방법 ( the electric furnace reduction method )은 전기용광로 속에서 카본 ( 코우크 )과 규토질 溶劑로써 인광석을 용해 시킨다는 데에 근거를 두고있다.

生産物은 基本燐 ( elemental phosphorus ) 철분燐 ( ferro phosphorus ) , 일산화탄소 ( carbon monoxide ) 그리고 규산칼슘 찌꺼기 ( calcium silicate 'slag' ) 등이다.

황산을 사용하는 濕式工程은 지금까지 인광석을 분해하는 데 가장 경제적인 方法이다.

따라서 미국에서 생산되는 燐의 대부분이 이 方法에 의한다. 전기용광로도 사용되고 있으나 그의 중요성은 감소되고 있으며 생산된 良質의 인산은 주로 非肥料用으로 사용되고 있다. 1972년에 미국의 燐에 대한 需要의 84%가 비료의 제조에 消費되었다. 그리고 10%가 동물사료로서 그리고 5%정도가 세척제 따위에 그리고 기타 10%는 정유, 플라스틱 등에 소비되었다.

#### C) 유 황

인산비료의 生産이 많은量的 황산을 필요로 하기 때문에 유황의 供給은 인산비료의 供給을 결정하는데 중요하다. 유황이 세계적으로 화학공업分野에 있어서 중요한 위치를 차지하고 있지만 生産되는 유황의 약 반가량이 비료의 제조에 사용된다.

##### (i) 매 장

유황자원은 두가지 범주로 구분될 수 있는데. 그 하나는 프라쉬 (Frasch), 황철광, 본원적 유황광석 그리고 석고를 포함하는 主生産物 (Prime product)로서의 채굴 또는 회수된 것 그리고 다른 하나는 석유, 천연가스 등과의 共生生産物 (Coproduct)로서의 회수 유황의 범주가 그것이다.

<表 14 >

< 表 14 > 여러 價格에 對한 油 資源의 推定

지 역	유 油 short ton 당 1972 年 推定 價格(\$)					
	채 굴 1)		회 수 2)		합 計	
	25	43	25	43	25	43
北 美						
미 국	156.8	1,982.4	106.4	173.6	263.2	2,156.0
캐 나 다	11.2	1,204.0	873.6	1,316.0	884.8	2,520.0
멕 시 코	44.8	341.6	16.8	28.0	61.6	369.6
기 타	-	72.8	-	-	-	72.8
합 計	212.8	3,600.8	996.8	1,517.6	1,209.6	5,118.4
南 美						
유 럽						
소 련	22.4	414.4	61.6	100.8	84.0	515.2
폴 란 드	39.2	408.8	39.2	67.2	78.4	476.0
프 랑 스	39.2	140.0	5.6	22.4	44.8	162.4
스 페 인	-	324.8	69.2	72.8	67.2	397.6
이 태 리	22.4	308.0	-	-	22.4	308.0
독 일	11.2	229.6	5.6	5.6	16.8	235.2
독 일	-	106.4	11.2	22.4	11.2	128.8
핀 란 드	11.2	22.4	-	-	11.2	22.4
기 타	22.4	509.6	16.8	39.2	39.2	548.8
합 計	145.6	2,049.6	145.6	229.6	291.2	2,279.2

아프리카	11.2	448.0	22.4	33.6	33.6	481.6
아시아						
중공	11.2	224.0	50.4	67.2	61.6	291.2
일본	22.4	145.6	56.0	89.6	78.4	235.2
近東	11.2	257.6	761.6	862.4	772.8	1,120.0
기타	-	229.6	56.0	72.8	56.0	302.4
합계	44.8	856.8	924.0	1,092.0	968.8	1,048.8
오세아니아	-	173.6	16.8	28.0	16.8	201.6
세계 총계	436.8	7,543.2	2,167.2	3,001.6	2,604.0	10,544.8

1) 프라쉬, 황철광, 본원 유황광석, 석고포함

2) 석유, 천연가스, 非鐵스멜터 포함

資料 : Bureau of Mines

<表 14>에서의 推計量은 화석(化石)연료 주로 석탄에 함유된 막대한 유황량은 포함 시키지 않았다. 석탄에서의 만족할만한 回收工程은 아직 開發되지 않고 있다.

만약 낮은 코스트의 기술이 開發되거나 或은 환경에 대한 배려때문에 경제적 비용에 관계없이 이 자원에서 상당한 유황생산이 필요하게 된다면 석탄에서 회수되는 유황은

<表 14>의 주계량을 전면적으로 변경시키게 될 것이다.

72년의 미국과 세계의 生産은 기존 生産설비의 각각 85%, 82%에 達했다. <表 16> 또한 미국과 세계의 生産量은 수요를 초과하여 전세계적으로 340만 short ton의 재고가 증가했다. 따라서 미국과 세계의 수요는 生産能力的의 각각 82%, 76%에 해당한다.

美国의 生産能力은 75年度에 5%가 증가한 것으로. 그리고 기타 세계에서는 21%가 증가한 것으로 推定된다. <表 16> 캐나다는 특히 급속한 천연가스工業의 발전으로부터 유발되는 유황회수와 관련하여 대규모 팽창계획에 착수하여 천연가스의 脱 유황化를 위한 새로운 공장과 확장 설비들이 대체로 74년말에 완공되어 73년의 기존설비능력의 6%가량 증가를 보게 되었으며 계속 확장계획을 추진하고 있다. 캐나다는 또한 비철금속 용광로에서 생기는 황산의 生産 역시 증가하고 있는데 이것은 환경오염문제 때문에 주로 輸出用이 되고 있다.

유황생산工業에 있어서의 범 세계적인 기본적인 문제점은 첫째, 환경보호문제의 중대성에 비추어 고체, 액체, 기체의 형태로 방출되는 유황의 제거가 절대적으로 필요하다는 것이고,

둘째, 主生産物로서의 유황회수의 값싼 자원이 머지않아 고갈될 것이라는 점이다.

따라서 환경적 문제 때문에 共生産物로서의 유황生産이 불가피하게 되면 현재의 供給패턴을 완전히 뒤바꿔 놓게 될 것으로 보인다.

현재 미국의 유황공급의 72%가 단순유황資源 (Frasch 타입의 non combined sulfur deposits)에서 얻어 지는데 장기적 展望으로는 費用에 關係없이, 93%가 共生産物로서의 유황자원 (coproduct sulfur resources)로부터 얻어질 것이다. 더욱이 이 資源 때문에 供給의 과잉이 일어날 가능성도 있다.

< 表 15 > 1972 年 世界유황生産과 生産能力

( 단 위 : 1,000 short tons )

国 名	生産能力	生 産
北 美 国	13,440	11,420
캐 나 다	8,960	8,348
멕 시 코	1,680	1,176
기 타	336	112
합 計	24,416	21,056
南 美 련 邦	672	336
소 련 련	8,960	7,616
폴 란 드	4,144	3,808
프 랑 스	2,688	2,464
스 페 인	1,680	1,232
이 태 리	1,344	896
서 독	1,344	896
핀 란 드	896	784
기 타	3,360	2,240
합 計	24,416	19,936

아프리카	1,344	672
아시아		
중공	2,016	1,344
일본	4,032	3,360
近東	1,232	896
기타	336	224
합계	7,616	5,824
오세아니아	448	386
世界總計	8,912	7,160

<表 16>

世界유황生産能力

(單位: 100만 short tons)

国名	1972	1973	1975
北 美			
미  국	13.4	14.2	15.8
캐 나 다	9.0	9.5	10.6
멕시코	1.7	1.7	1.8
기 타	0.3	0.4	0.7
합 계	24.4	25.9	28.9
南 美	0.7	0.9	1.1



国	名	1972	1973	1975
유	럽			
소	련	9.0	9.5	10.6
폴	란드	4.1	4.5	4.9
프	랑스	2.7	2.8	3.1
스	페인	1.7	1.7	1.7
이	태리	1.3	1.3	1.6
西	독	1.3	1.5	1.7
편	란드	0.9	1.0	1.1
기	타	3.4	3.4	3.5
합	계	24.4	25.6	28.2
아	프리카	1.3	1.5	1.7
아	시아			
中	공	2.0	2.2	2.7
일	본	4.0	4.5	5.2
近	東	1.2	1.6	2.5
기	타	0.3	0.3	0.4
합	계	7.6	8.6	10.8
오	세아니아	0.4	0.4	0.4
世	界 總 計	58.9	62.9	71.1

## D) 카 리

美国의 카리 資源량은 80%의 回收를 근거로 하면  
약 295백만 short tons에 달한다.

그중 75%가 매장지에서 나오고 25%는 소금물에서 産  
出된다. 매장지는 남부유타의 Paradox Basin과 南部 콜  
로라도우(166백만톤) 그리고 Carlsbad와 Permian  
Basin과 뉴멕시코지역(56백만톤) 소금물에서의 回收가능한  
카리량은 총 73백만톤인데 주로 유타주의 Great Salt  
Lake(59백만톤) 그리고 캘리포니아의 Searles Lake  
(14백만톤)에서 産出된다.

미국과 기타 세계의 여러 價格에서의 회수 가능한 카리  
資源량의 推定은 <表 17>과 같다. 다만 소련에 대한  
통계는 불확실하다.

### (ii) 生産技術

세계의 카리生産量中 약 95%가 지하 매장지에서 産出  
된다.

뉴멕시코에서는 여러 가지 채굴장비들이 사용된다.

뉴 멕시코에서는 room-and-pillar mining의 첫번  
抽出(first-run extraction)에 의해서 65%가 回收  
된다. 이것은 캐나다 매장지에서의 35%와 비교할 때  
상당히 높은 비율이다.

<表 17> 여러價格에 대하여 回收可能한 世界카리 資源推定量

国名	Short ton 당		1972 年		불 변 價格
	1) \$ 48		\$ 55		\$ 60
北 美 國 캐 나 다 기 타	99		295		295
	10,000		21,300		21,300
	1		5		5
	합 計	10,100	21,600		21,600
南 美 國 칠 레 기 타	10		20		30
	20		40		60
	합 計	30	60		90
유 럽 프 랑 스 東 獨 西 獨 이 태 리 스 페 인 소 련 영 國	50		200		200
	2,550		6,640		6,640
	2,500		6,320		6,320
	30		50		80
	50		200		200
	5,000		10,000		13,200
	50		100		200
	합 計				

기	타	70	190	260
합	計	10,300	23,700	27,100
아	시			
아	아			
이스라엘 &	요르단	235	1,270	1,290
기	타	5	10	10
합	畵	240	1,280	1,300
아	프			
리	카			
콩	고 (브라자빌)	20	50	100
오	세			
아	나	10	10	10
2) 世	界 總 計	20,700	46,700	50,200

1) 미국의 生産量과 美国의 캐나다로 부터의 輸入量에 대한

1972년 平均價格

2) 1972년 세계의 實質 生産量은 18백만 short tons 이었음.

資料: Bureau of Mines

그리고 두번째로 pillar-robbing 에 의해서 나머지 카리틀의 약 55%가 回收되어 總抽出량은 83%에 이른다. 이 pillar robbing 方法은 캐나다에서는 水害의 위험때문에 사용되지 않고 있다. Moab 과 유타의 매장지에서는 채굴費用이 너무 많이 들어 작업은 solution mining 方式으로 전환 되었다.

캐나다의 채굴方式은 고도로 기계화 되었다.

여기에서는 시간당 350 톤의 능력을 가진 채굴기를 사용하고 있으며, 분당 15톤씩 적재하여 벨트 콘베이어에 의하여 시간당 600 톤씩 수갱(堅坑)으로 수송된다.

Saskatchewan 方式은 성공적인 용해 채굴조업(Solution mining operation) 방식이다. 이 方法에 의하면 물은 카리 매장지로부터 5,000 feet나 펌프로 끌어 올려진다.

물은 소금을 나트륨과 칼륨으로 분해시키며 그 결과 소금물은 다른 호수를 통하여 地表로 排水된다. 이 方式은 嚴格한 통제와 工程이 요구되며, 工程上의 몇가지 점은 기밀로 취급된다.

캐나다의 Carlsbad에서는 浮遊選鉱 및 分溜結晶 方法(Flotation and fractional crystallization methods)을 사용하여 원광석에서 sylvite를 回收한다

分溜結晶方法은 포화용액에서의 염화칼륨과 염화나트륨의 溶解度 - 溫度關係에 근거한다. 부수어진 원광석은 뜨겁고 염화나트륨이 포화된 소금물과 混合되어 遷別的으로 염화칼륨을 용해한다. 그리고 소금물을 냉각시키면 純度 99%의 염화칼륨 結晶을 얻게 된다.

이 分野는 단기적으로는 과도 팽창된 상태에 있어서 기타 카리 生産地域의 과도 生産能力과 함께 캐나다의 새로운 자원의 開發은 전반적으로 76년까지는 세계적으로 生産過剩을 초래할 것이다. 그 結果 競争의 격화로 價格이 下落할 것이며 下落된 價格으로 말미암아 正常 消費水準이 팽창하게 되고 供給패턴이 낮은 生産費 지역에 유리하게 변경될 것이다.

지금까지 國內市場의 대부분을 캐나다에 빼앗겼던 美國은 그들의 國內市場 占有率을 더욱 상실하게 될 것으로 보인다. 美國의 生産의 대부분은 New Mexico에서 나오는데 이 지역의 会社들은 이윤율이 아주 높을때에 가동할 것으로 예상되기 때문이다. 美國 國內 產出量의 전반적인 감소는 특히 이 지역에서는 심각한 결과를 초래할 것이다. 이러한 현상은 단순한 供給上의 문제가 아니라 社會的인 문제를 야기시킨다.

New Mexico 매장지의 우수한 良質의 원광석은 20년 안에 고갈될 것이다.

이 지역에서 새로운 매장지의 發見 가능성은 희박하나  
만약 새롭고 더 經濟的인 채출방법과 정제 技術이 開  
發된다면 상대적으로 다량의 낮은 等級의 원광석이 유  
용성을 갖게될 것이다.

(iii) 生 産 物

1972년에 美国에서 消費된 400만톤의 카리중에서  
약 94%가 農業用으로 주로 混合 肥料로서 사용되었  
다. 나머지 6%는 기타 여러가지 化学工業에 消費  
되었다.