

目 次

第一章 緒言	1
第二章 氮質肥料	3
第一節 銨鹽	3
(A) 硫酸銨	4
1. 銨之來源	4
2. 硫酸之來源	5
3. 硫酸銨之性質	7
(B) 其他之銨鹽	7
第二節 硝酸鹽	9
(A) 智利硝石	9
(B) 合成硝酸鈉	18
(C) 硝酸鈣	19
第三節 氮化石灰	20
第四節 尿素	23
1. 直接合成法	23
2. 由氰氨化鈣製造法	24
3. 尿素之性狀	24
4. 尿素石膏	25
第五節 泥煤之氮化	25
第三章 磷酸肥料	27
第一節 過磷酸鈣	28

(A) 磷礦石	28
(B) 過磷酸鈣之製造	31
(C) 過磷酸鈣之貯藏	37
(D) 過磷酸鈣之性狀	42
(E) 過磷酸鈣之氨化	43
(F) 過磷酸鈣之添加尿素	49
第二節 重過磷酸鈣	44
(A) 磷酸之製造法	44
(B) 重過磷酸鈣之製造及其性質	50
第三節 托馬斯磷肥	51
1. 磷酸四鈣或矽磷酸鈣	51
2. 富爾忒斯 (Nolters) 磷肥	51
3. 韋堡 (Wiborg) 磷肥	51
4. 萊那尼亞 (Rhenania) 磷肥	52
5. 克奴布 (Knoop) 磷肥	52
6. 哈斯拉客 (Hasslacher) 磷肥	52
7. 關於煙燒磷礦之研究	52
第四節 沈澱磷酸鈣	52
第四章 鉀質肥料	53
第一節 斯塔斯孚特之鉀工業	53
1. 鉀礦床之概況	53
2. 由光鹼石製造氯化鉀	56
3. 由鉀瀉鹽製造硫酸鉀	57
4. 由氯化鉀及硫酸製造硫酸鉀	58
5. 副產物	58
第二節 其他天然鉀鹽	59

1. 亞爾薩斯之鉀礦床	59
2. 西班牙之天然鉀鹽	59
3. 其他地方	60
4. 美國之天然鉀鹽	60
5. 蘇聯之鉀礦床	61
6. 巴力斯坦之採鉀	61
第三節 由副產鉀及鉀礦石分離鉀	62
1. 由海草灰採收鉀	62
2. 水泥窯及鼓風爐灰塵	62
3. 由糖蜜收回鉀	63
4. 由草木灰收回鉀	63
5. 由滷汁收回鉀	63
6. 由明礬石分離鉀	64
7. 由白榴子石分離鉀	65
8. 由長石分離鉀	65
9. 由海綠石分離鉀	65
第五章 混合肥料	67
1. 各種農作物之施肥量	67
2. 各種肥料之成分	68
3. 混合肥料製造上之注意	69
4. 肥料混合法	70
第六章 新合成肥料	72
第一節 以硝酸銨為主體之新肥料	72
1. 硫硝酸銨	74
2. 鉀銨硝石及鈣銨硝石	74
3. 氮化白堊	75

第二節 以磷酸銨爲主體之新肥料	75
1. 萊那 (Leunaphos) 磷肥	76
2. 銨磷肥	76
3. 硫磷銨及千代田化成肥料	76
第三節 氮化磷鉀肥	76
第四節 以尿素爲主體之新肥料	77
1. 磷酸鉀尿素肥料	78
2. 加路黎亞 (Kalurea) 肥料	78
3. 尿素石膏	78
第五節 硝酸鉀	79
第六節 磷酸鉀	79
第七章 化成肥料	81

肥料工業

第一章 緒言

肥料爲供給植物營養之物料，植物由空氣及土壤中攝取而同化之，以資生長。凡野生植物所吸收養分因枯死而復還原於土壤中，故毋須施用肥料，仍能反復繁茂。然耕作物則反之，作物經收穫則土壤中之養分完全被奪而不復還原，故欲繼續耕作於該土地，非常施用肥料不可。

植物體所構成之成分爲水分、有機質物及無機質物三者，有機質物之主要者爲碳、氧、氫及氮，又無機質物通常爲磷、硫、氯、矽、鉀、鈉、鈣、鎂、鐵、錳、鋁（但除氯之外此等元素通常均以其氧化物稱之，例：無水磷酸 P_2O_5 ，氧化鉀 K_2O ，氧化鈣 CaO 等）所成。是以此等元素對於植物之生長至爲重要，而其中多數可由空氣及土壤中容易且豐富獲得，僅氮、磷酸及鉀（間或添加鈣）之三者，須造成肥料施於土壤而供給植物方可。故此三者稱爲肥料之三要素。

如上所述須造成肥料施於土壤之要素爲氮、磷酸及鉀之三者，因此，肥料由其成分之關係，可區別爲氮質、磷酸質及鉀質肥料之三種。而混合三者中之二以上所成肥料稱爲混合肥料（或稱配合肥料，調合肥料，完全肥料）。又肥料因其給源之關係，可區別爲有機質及無機質兩類。有機質肥料，更可區別爲植物質及動物質兩種。油滓、米糠等屬於前者，而魚滓屬於後者。無機質肥料又稱爲礦物質肥料，硫酸銨（亦稱硫

酸銨)、智利硝石、過磷酸鈣、硫酸鉀等屬之。

肥料更可因其生產方法而區別爲自給肥料與販賣肥料。自給肥料爲農家自己所生產之肥料，糞尿、堆肥、綠肥等屬之。販賣肥料爲農家由市場所購入之肥料，油滓、魚滓、硫酸銨、過磷酸鈣、硫酸鉀等屬之。而販賣肥料中如硫酸銨、智利硝石、過磷酸鈣、硫酸鉀等，尤以在工廠經化學方法加工製造者，稱爲人造肥料 (artificial fertilizer) 或化學肥料 (chemical fertilizer)。

除此之外，肥料又因其效用而可區別爲遲效性及速效性，並因其施肥方法，而可區別爲基肥及補肥等。

人造肥料有氮、磷酸及鉀之各質肥料，主爲無機質肥料，且多爲速效性，雖間有用作基肥，然多數用作補肥。

肥料之使用由來已久，昔荷馬神話中亦有其記載。然肥料之起源，依學者種種討議，係始於十八世紀之末期。1840年利比希 (Justus Liebig) 氏闡明礦物質肥料爲植物生長上不可缺少之物質，創製過磷酸鈣 (以硫酸作用於骨粉)，是爲人造肥料工業之濫觴。其次在1870年時，使用智利硝石以代當時盛用於歐洲之秘魯產海鳥糞 (Peru guanos)，同時德國則在斯塔斯孚特 (Stassfurt) 勃興其鉀工業。更於十九世紀之末期，由煤氣及焦煤工業之副產品製成硫酸銨，又於二十世紀之初期，由含氮石灰及電弧法製成硝酸鈣等新肥料。更於第一次世界大戰後，由合成法製成硫酸銨，此物遂執氮質肥料界之牛耳，其後又相繼發明種種新合成肥料。

第二章 氮質肥料

(Nitrogenous fertilizer; Stickstoffhaltige Düngemittel)

細胞原形質之主要成分爲蛋白質，而氮爲形成蛋白質之要素，故此元素爲植物生長上最重要之物質。氮大抵成硝酸或氨之形態，間或成爲尿素之形態，而被吸收及消化於植物。氮成肥料而施用時，有如次諸種形態。

- (1) 銨鹽
- (2) 硝酸鹽
- (3) 氮化石灰
- (4) 尿素
- (5) 有機化合物

有機化合物包含油滓類（大豆滓、菜種滓、棉子滓等）及魚滓等，但此等物質均爲本篇記述之範圍外，故省略之。又以下所述諸項中與氮固定工業，電化學工業，乾餾工業等重複之處頗多者，亦一概省略之，即本篇所述，祇爲關於肥料工業之重要事項而已。

第一節 銨鹽

銨鹽或以原形態，或於變成硝酸鹽後，被植物吸收而消化；且易被土壤吸收而保留，無流失之虞。故銨鹽既可用爲基肥，亦可用爲補肥，水田及旱田均宜用之。

肥料中最盛用之銨鹽爲硫酸銨。其次爲硝酸銨及磷酸銨，然前者有吸收性及爆炸性，而後者則氮與磷酸之含有比率不適當，故均甚少單獨使用，多與他種之肥料材料適宜化合或混合後始供使用，關於此等肥

料，當另行詳述於合成肥料項中，

又氯化銨及碳酸氫銨等，亦有供作銨性肥料之提議。就中氯化銨爲利用氨鹼法 (ammonia soda process) 時所生成多量之副產物。即通氨及碳酸氣於食鹽溶液，使成飽和，則由如下之反應，生成碳酸氫鈉及氯化銨。



碳酸氫鈉生沈澱，經濾別後，母液中含有氯化銨。從來加石灰於此母液蒸餾，以收回氨，再供作飽和之用。然至近年因氨能得廉價供給，已無收回之必要，反以分離氯化銨而利用之於他方面爲有利。故氯化銨亦已用作肥料，其效力雖不遜於硫酸銨等，然多量進入土壤中時，易使石灰流失，致荒廢土壤，是其缺點。且農作物中如煙草之類，嫌忌氯化銨者頗多，故未能如硫酸銨之盛行，將來究能有幾許期待，尙屬疑問。

碳酸氫銨亦可由氨與碳酸氣製造之，其工業上之製法，已有許多專利。然碳酸氫銨本身爲頗不安定之化合物，製造與施用均感困難，故其作爲肥料之價值，尙未爲一般人所認許。

(A) 硫酸銨 (ammonium sulphate; Ammonium Sulfat)

硫酸銨之化學式爲 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，通常含有 20.5~21% 之氮，其製造需要氨與硫酸兩原料。

1. 氨之來源 現今製氨之重要來源，爲合成氨與副產氨兩者。合成氨爲氫與氮直接化合所製成，其合成法有哈柏(Haber)，克勞德(Claude)，卡乍雷(Casale)，福塞(Fauser)，塞尼山(Mont Cenis)，N. E. C. 及日本氮研究所等諸方法，均已實施於工業。由此等方法所得之氨，或爲無水狀態，或爲 20~25% 程度之水溶液。

副產氨爲煤氣及焦煤工業或由油母頁岩製造重油時所得之副產物，通常僅能採收 2~3% 程度之稀薄水溶液，或直接使成硫酸銨而採

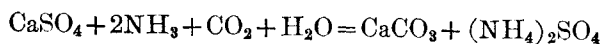
收之。

除此之外，亦可由通過熱水蒸氣於氰氨化鈣，使其分解而製成氨。然此等方法由經濟上觀之，究不及直接合成法為有利，現今大規模實施此方法於工業之國，僅為日本及加拿大而已。又由氰化物、氮化物等之分解，亦可製得氨，然此等方法，為氮固定法之一，僅為化學上有興趣之問題，而工業上尙未能成功。

2. 硫酸之來源 由氨製造硫酸銨之方法，有硫酸法及石膏法兩種。前者為直接通氨於鉛室硫酸，使吸收而化合成硫酸銨結晶以分離之，為現今採用最廣之方法。如氨成無水物時，則直接氯化之，又如成水溶液時，則由蒸餾法使發生氨氣，然後使硫酸吸收化合之。此時適宜保持吸收液硫酸之酸性度，對於硫酸銨結晶形之生成，有重要之關係，如酸性度低，則結晶粒大。通常使用副產氨時，吸收液中遊離硫酸之含量為2~3%左右；使用合成氨時，為6~7%左右。

由硫酸法製得之硫酸銨，常殘存多少遊離硫酸（通常約有0.2%，若有0.5%以上之遊離硫酸，則應禁用）。該遊離硫酸能使硫酸銨成吸濕性，此為貯藏中起固化之最大原因，故間有用氨以中和之。所謂中性硫酸銨，即為以此目的而使氨中和硫酸銨之遊離硫酸所得者。

石膏法為浮游石膏粉（硫酸鈣）於水中，不絕攪拌，同時送入氨及碳酸氣，使由如次之反應：



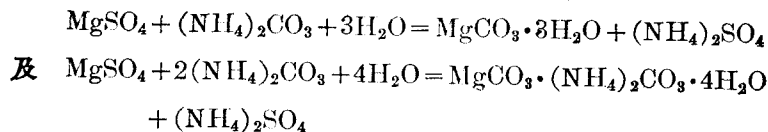
生成碳酸鈣（沈澱）及硫酸銨（溶於母液），然後蒸發母液，使硫酸銨析出結晶而分離之。依此方法，則所得之溶液無酸性，而硫酸銨之結晶亦無生成粗粒狀以至結塊之虞。日本所謂大白或大陸硫安，即屬此種肥料。此製造法係由兩個原因而發達。其一，地理上硫及硫鐵礦產量少而石膏產量豐富，能供作硫原料之地方；其二，製造氫時，副產多量碳酸

氣，堪能利用於此法。至若地理上硫及硫鐵礦之產量豐富，能廉價製得硫酸之地方，則此方法不如硫酸法之有利。因此，現今較多採用此方法之國爲德、英兩國。

除此之外，對於硫酸來源所值得考慮之方法中，其最有興趣者，即爲不令亞硫酸氣(SO_2)變成硫酸，卻令直接與氨化合，使成亞硫酸銨，然後用氧或空氣氧化之，使變成硫酸銨之方法。如此則亞硫酸銨無論固相或液相，均易製得，且在液相，使用適當觸媒如銅鹽時，亞硫酸銨容易受空氣氧化而成硫酸銨。此方法可省去將亞硫酸氣導入龐大鉛室受氧化而製造成硫酸之工程，故爲一甚富興趣之問題也。

又由副產氨製造硫酸銨時所用之方法中，有利用煤氣所含硫化物中之硫，供作硫酸來源，以直接製造硫酸銨之種種計劃。例如：最近德國已獲工業的成功之 C-A-S 法(A. Salmony: Chem. Ztg., 1929, 909.)，即其一例。

日本加藤與五郎氏與其共同研究者，曾提出利用製鹽工業所產出鹵汁中之硫酸鎂之方案。即海水中含有 MgSO_4 約 NaCl 之 10%，隨製鹽額之激增，硫酸鎂之產出亦達相當多量，故氏等欲利用之以供硫酸銨之製造，俾補硫酸原料之硫或硫化鐵礦等供給之不足。其計劃係使碳酸銨作用於硫酸鎂而製出硫酸銨，同時並製出碳酸鎂以作橡膠添料之用。硫酸鎂與碳酸銨之反應，有如下二式所示。



據稱上二式無論何者，如用稀薄溶液，則自左而右，變化率甚低，一見似無工業的採用價值，然若使用濃厚之溶液，則大可促進其變化率，而製得純度達 99.9% 之製品，於是即有工業的採用之可能性云。

3. 硫酸銨之性質 理論上硫酸銨含有 21.24% 之氮或 25.82% 之氮，工業製品因含有水分及遊離硫酸，故含有之氮如前所述，祇得 20.5~21% 左右。次表為最近市售硫酸銨之品質。

第 1 表 市售硫酸銨分析例 (1932 年上半年)

種 別	水 分			氮		
	最 高	最 低	平 均	最 高	最 低	平 均
日 本 硫 酸 銨	1.46	0.52	0.95	20.96	20.34	20.76
英 國 硫 酸 銨	0.55	0.16	0.31	21.09	20.82	20.93
德 國 硫 酸 銨	1.11	0.66	0.89	20.82	20.77	20.80
大 白 硫 安	1.52	0.10	0.65	21.18	20.77	20.92

往昔硫酸銨有呈暗褐色者 (副產硫酸銨)，惟近年均呈純白晶體；其晶體有針狀及粗粒狀等。粗粒狀之外觀既佳，且幾無成結塊者。

硫酸銨如前所述，可直接以其原形態或一旦變成硝酸鹽後，被植物吸收，故為一種次於智利硝石之速效性肥料。且因其為銨鹽，有極易被吸收而保持於土壤之性質，無若硝酸鹽之易於流失之虞。故如雨水量多且主要農作物為水稻之國，硫酸銨之價值反優於智利硝石。然硫酸銨之氮被植物吸收時，餘留硫酸於土壤而成酸性，故使用多量時，須兼用 (而非混用) 相當量石灰以中和其酸性。

硫酸銨亦盛與過磷酸鈣，硫酸鉀及有機質氮化物等混合而成為配合肥料。然此物如與石灰，木灰或氮化石灰等鹽基性物混合時，則能使氮揮發而致損失，故必須注意之。

(B) 其他之銨鹽

肥料用之銨鹽，除硫酸銨外，尚有硝酸銨及磷酸銨。此兩者甚少供單獨使用，常與其他肥料適宜混合而用之，詳見第六章新合成肥料之項。其次為氯化銨 (NH_4Cl)，含有氮 26%。此物雖亦容易由氮與鹽酸直

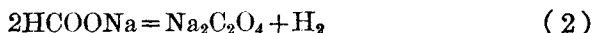
接化合製之，然過去因鹽酸較硫酸價昂，又因氯化物不適宜於煙草、甜菜、馬鈴薯等特種作物，以及對於麥類等如施用過多，反而減少收穫，故作為肥料之用，未被十分重視。然近年因硫酸需要日增，其原料之硫或硫化鐵礦之供給，已有不足之感，一方由於碳酸鈉工業之發達，廉價之氯化銨供給，已可期待，且氯化銨對於水稻等，其肥效並不稍遜於硫酸銨，而對於棉等之纖維作物，更能改良其品質，因此作為肥料，已引起注意，採用漸盛。由食鹽溶液之電解而製苛性鈉時，有氯與氫副生，且由此兩者之直接化合，容易產生廉價之鹽酸，故以氨中和之，即易製得氯化銨。又由氨鹼法以製碳酸鈉時，如以氨與碳酸氯飽和食鹽溶液，則可由次之反應，



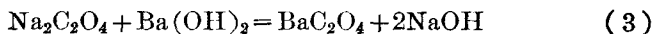
而生成碳酸氫鈉與氯化銨。通常碳酸氫鈉於濾別後，經煅燒而成碳酸鈉，母液則加石灰乳而蒸餾之，收回其氨以供再用。但此母液除含氯化銨外，尚含有多量未分解之食鹽，故依前述方法，不收回其氨而僅使氯化銨之結晶與食鹽溶液分離時，則氯化銨可供肥料使用，而食鹽溶液則可再用於碳酸鈉之製造。

銨鹽中之碳酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 及碳酸氫銨 $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$ ，皆可由氨與碳酸氯反應而生成，然此二者因皆係比較不安定之化合物，故殆未被視作肥料而用之。

草酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 含有氮 20%，無吸濕性，在水稻試驗中，其肥效與硫酸銨相等。目前對於其生產費究能減低至如何程度，雖尚屬問題，但因原料祇須氨與一氧化碳即可，故在硫酸原料之硫或硫化鐵礦供給不足時，似為一種可代硫酸銨使用之銨性肥料，日本宇昌氏等正從事其製造上之研究。據其發表，先由苛性鈉與一氧化碳而製蟻酸鈉，煅燒之使成草酸鈉，



其次使氫氧化鈣作用於草酸鈉而生成草酸鈣與苛性鈉，



然後使草酸鈣與碳酸鈉作用而生成草酸鈉與碳酸鈣，



在此等反應中，(2)式之氫可用於氨之合成，(3)式之苛性鈉可供(1)式蟻酸鈉之製造，(4)式之碳酸鈣經煅燒為氧化鈣後，可供製(3)式所用之氫氧化鈣。故此種製造法與氨合成法併用，甚有意義，現正就各項之製造工程進行詳細之研究中云。

第二節 硝酸鹽

硝酸鹽可以其原形態被植物吸收而消化，為速效之肥料。在歐美方面，硝酸態氮之肥效，常較勝於氨態氮之肥效。然硝酸態氮被吸收後，保持於土壤之力不大，在雨水較多之地，易致流失，故對於水稻不甚相宜。

硝酸鹽中最廣用為肥料者，為智利硝石及硝酸鈣。又至近年，已能製得硝酸鈉，而稱之為合成硝酸鈉，以與智利硝石相對亦頗盛用。其他硝酸鈣及硝酸鉀，亦可視作硝酸質肥料，惟關於此等肥料，另述於後節新合成肥料項中。

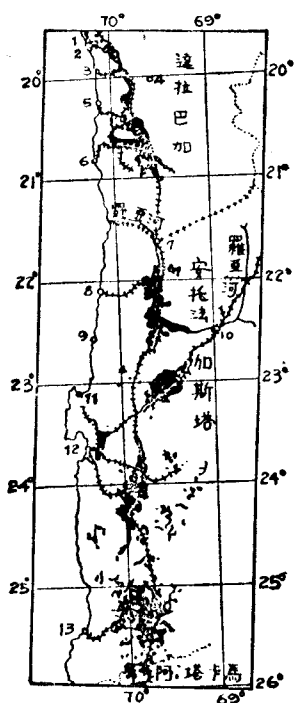
(A) 智利硝石 (Chile saltpeter; Chilesalpeter)

智利硝石為產於南美智利國之天然硝酸鈉，經收回及精製工程而製成，通常含有 15.5~16% 之氮。

1. 硝石礦床之概況 智利硝石之礦床，沿西經 70° 之子午線而走向南北，跨南緯 19° 與 26° 間延長達 670 km. 之地域。礦床之闊度隨地區而不一，在達拉巴加 (Tarapaca) 及多哥 (Toco) 之北部地方，有最廣

5 km. 狹長形之斷續礦床，在安托法加斯塔 (Antofagasta) 及亞偶斯·布蘭加斯 (Aguas Blancas) 地方，散布於直徑約 40 km. 之多角形內，又在他路他路 (Taltal) 地方，亦有同樣礦床。第 1 圖為此等礦床之分布。

此地方屬於熱帶沙漠地，在與此同緯度之巴西沿岸，植物繁茂，氣候溫暖，水利甚便，然此地則反之，可稱之河川，僅有里奧羅亞 (Rio Loa) 而已，且海岸（太平洋）均成高度約 800 m. 之絕壁。在太平洋之出口，除里奧羅亞之外，不過數港而已。



第 1 圖

智利硝石礦床之分布圖

此地方雨量甚少，而常有厚雲出現，生濃重之霧，稱為 Camanchacas，因此大氣濕潤，而地面起露水。風常依一定方向吹去，尤其在正午，由西吹向南方，屢起強風而成水蝕作用之原因。日中氣溫為 $25 \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，而夜間則降至 $4 \sim 8^{\circ}\text{C}$ ，然極少達至冰點。

由種種現象，可認知硝石地帶有強放射能之存在。又大氣之電張力頗強，由毛織物之摩擦，能生成肉眼所見之電火花，又常阻礙電信、電話等之交通。

硝石之產地，在行政上被劃分為五區。由北方而言，(1) 為達拉巴加地方至南緯 21° ，為最古所開發之地方，現今尚為最盛行探掘之區。由此地向南數十 km. 之間，則無硝石產地。其次(2) 為多哥地方沿里奧羅亞河左岸。(3) 為安托法加斯塔地方，位於南緯 $23^{\circ}38'$ ，硝石產地聚集於此。又(4) 從此向南

截至南緯 24°40' 地方以亞偶斯·布蘭加斯爲中心，頗多硝石產出。又(5)從此向南，截至南緯 26° 地方，亦有產地，惟尚未開發。

硝石之礦床，稱爲硝酸鈉礦層或加烈殊(Caliche)層，走向水平，其上及下方各重疊異質三層之地層。但此等地層非各地方均規則的整齊重疊，或有缺去其 1~2 層，或有各層境界不分明者。

最上層即表土稱爲仇卡(Chuca)，爲灰色軟層。其主要成分爲石英質之矽酸所成，又含有多少溶解性之各種鹽類。次層稱爲彭谷古(Panqueque)爲海綿質層。其主要成分爲硫酸鈣，又含有各種溶解性鹽類。第三層稱爲哥斯多拉(Costra)，爲黑褐色乃至淡灰色之角礫岩所成硬層，含有不溶解物 40~70%，硝酸鈉 10~15%。此層之下爲硝酸鈉礦層。此等三層之厚度，固無一定，通常約爲 0.5~55 m. 左右。

硝酸鈉礦爲不溶性物質受各種溶解性鹽凝結所成之集合體，不溶解物之含有量爲 0~50%，有時達至 60%。茲就此礦中各種鹽類之最高含有率舉示如次：

硝	酸	鈉	80.0%	硫	酸	鉀	—			
硝	酸	鉀	5.0	硫	酸	鎂	—			
硝	酸	鎂	—	硫	酸	鈣	10.0			
硝	酸	鈣	—	硫	酸	鋁	8.0			
氮	化	鈉	60.0	硫	酸	鐵	—			
氮	化	鉀	—	過	氯	酸	鉀	—		
氮	化	鎂	1.0	硫	硝	酸	鈉	—		
氮	化	鈣	—	碘	酸	及	硼	酸	鈣	—
硫	酸	鈉	10.0	碘	銻	酸	鈉	—		

上表中作「—」記號者，通常有少量存在硝酸鈉礦中，但間或無之。又表中所示硫酸鈣及硫酸鋁，爲特別多量之例。

硝酸鈉礦呈白色乃至黑色各種顏色，其色隨所含不純物之種類如何而異。例如含有鉻鹽呈黃色，含碘化合物者呈紫色。又其性質有疎密種種階級。故其比重低者為 1.9，高者達 2.3。尤以海綿質之比重低至 1.25~1.0 左右。其組成之疎密，與提取工程上頗有重要的關係。

在硝酸鈉礦層下方之第一層稱為康朱羅 (Conjelo)，為角礫岩由氯化鈉及硫酸鈉等所接合之層，類似哥斯多拉。次層稱為斑哥 (Banco)，為除含有角礫岩與上記之兩鹽外，更含有硝酸鈉、硫酸鈉等層。最下層稱為哥巴 (Coba)，為含有礫狀物之土質，橫臥於形成安第斯 (Andes) 山骨格之火山岩上。

現今所採掘之硝酸鈉礦層，通常含硝酸鈉 15~16% 左右，其層厚達 2 m. 者甚少，多在此數以下。

次表為山打蘭拉 (Santa Lanra) 礦床之狀況。

第 2 表 山打蘭拉 礦床之厚度及其含有成分之代表的例

試掘坑次	上層厚度 (m.)		硝酸鈉礦厚度 (m.)	下層厚度 (m.)	厚度合計 (m.)	含有成分百分率					厚度與含有量之積
	表層	哥斯多拉				硝 酸 鹽		氯化物	碘	硫酸鹽	
						哥斯多拉	硝酸鈉礦				
239	0.20	.....	1.20	0.85	2.25	.....	17.3	.....	.....	.....	20.760
240	0.25	.....	1.25	1.50	3.00	.....	16.5	23.8	0.0291	9.56	20.625
246	0.80	.....	1.20	0.75	2.75	.....	12.8	.....	.....	.....	15.360
247	0.75	.....	0.75	0.95	2.60	.....	18.8	.....	.....	.....	14.100
248	0.40	.....	0.90	1.27	2.57	.....	15.0	.....	.....	.....	13.500
249	0.16	.....	0.67	2.12	3.95	.....	10.2	.....	.....	.....	6.834
250	0.15	.....	1.55	1.50	3.20	.....	11.5	.....	.....	.....	17.825
251	0.10	.....	0.90	1.67	3.67	.....	17.2	.....	.....	.....	15.480
252	0.90	.....	0.75	2.30	4.05	.....	16.7	.....	.....	.....	12.525
253	2.30	0.70	.....	0.38	3.38	7.4	.....	.....	.....	.....	5.180
254	0.22	2.08	.....	2.05	4.35	11.4	.....	.....	.....	.....	29.952

2. 硝石礦床之成因 關於智利硝石之成因有種種學說，其中最有力之學說有三：第一說，爲海鳥糞之堆積受分解所成。然智利硝石中幾無磷酸鹽之存在，故此說不足傾聽。第二說，多量海藻受暴風吹至沿海邊之湖沼中，形成堆積，此物受分解而成硝石礦床。因硝酸鈉礦中常含有相當量之碘化物，故此說頗爲妥當，最足憑信者也。第三說，由空中放電使空中之氮生成硝酸，此物作用於氯化鈉而生成硝酸鈉。此說根據前述，該地電張力甚高，故亦頗足信。

要之，由上述成因之一，蓄積成多量硝酸鈉，而該地方因雨量極少，土地乾燥，故免於流失，而能長久埋藏於地中。關於其埋藏量有種種推測，在十數年前，推想今後二十五年，將採掘完盡，然以現今情形而言，其埋藏量甚鉅，雖謂之無盡藏，亦非過言也。

3. 山古斯(Shanks)法之收回硝酸鈉 從來由硝酸鈉礦收回及精製硝酸鈉之方法，已經種種變遷，現今最盛採用之方法，爲山古斯法。

山古斯法之原理，以次述事項爲基礎。硝酸鈉礦之主成分爲硝酸鈉，氯化鈉及不溶物三者，最初在高温（沸點 120°C 。）提取之；此時硝酸鈉及氯化鈉兩者溶解，硝酸鈉之溶解度隨溫度之上昇而激增。氯化鈉之溶解度則不然，對於溫度之上昇幾無變化。尤以硝酸鈉與氯化鈉共存時，氯化鈉之溶解度減低。故在高温提取時，因硝酸鈉多量溶解，故其提取液經冷卻，則析出多量硝酸鈉晶體。反之，氯化物不甚溶解，故其提取液經冷卻，其晶體幾不析出。故硝酸鈉依此方法，頗能使其純粹分離。

山古斯法係自 1876 年開始所採用，其工程大要如次：原礦經人工選礦，粉碎成 10 cm. 以下之塊，次用篩分別爲粗部分與細部分。溶解槽爲長 25~40 英尺，闊 7 英尺，深 9 英尺之長方形槽，內部有蒸氣盤管，而下部有假底。敷粗粒原料於下層，置細粒於其上。各槽約可裝 80 噸，