

1-3-3 将来におけるASEAN市場へのソーダ灰供給見通しと価格予測

既に述べたように合成灰の価格競争力は天然灰に比べてますます低下してゆく見通しであり、この点からASEAN市場に対する主たる供給国となってゆくのはケニアおよびUSAであると見ることができる。

ケニアの場合、従来安値によってシェアを維持して行く方向をとっていたが、最近(1980年)になってこの方針は変わりつつあるものと見られる。すなわち、従来ケニア品価格はUSA品価格に比べて約10%程度低いレベルにあったが、1980年価格はUSA品価格に追随する動きを見せている。この動きはケニアが現在進めている生産能力拡大の動きとも関係あるものと推定される。すなわち、生産能力拡大のためには投資が必要であり、その源資を確保するためには安値販売を続けるわけにはゆかなくなっているものと考えられる。

他方、USAの場合はUSAにおける需要が当分供給過剰で推移する見通しであり^{注1)}一方西欧市場への輸出は必ずしも順調でないために、東南アジア市場への輸出拡大が意図されている。従来USAはフィリピンだけに輸出していたが、1977年以降はタイにも輸出してきている。

以上の状況から今後のASEAN市場におけるプライス・リーダーはUSA品となるものと考えられ、ケニア品価格は追随が可能であればUSA品より5~10%程度低いところで形成されていくものと見込まれる。

USA品の価格形成についてはUSAの国内市場における価格との関係を検討することが必要である。ソーダ灰とか性ソーダには需要分野で競合する部分がある。またソーダ灰は天然灰や合成灰(ソルベイ法その他のプロセスにより塩を原料として合成されたソーダ灰)のほかにか性ソーダからも誘導して生産される。従ってソーダ灰価格がか性ソーダ価格に比べて割り高である場合には、競合需要分野がか性ソーダによって占められるばかりでなくか性ソーダから誘導されたソーダ灰によってソーダ灰独自の需要分野も侵蝕されることになる。このためUSAのソーダ灰価格は生産コストが引き合う限りか性ソーダより高くなることはない。しかしか性ソーダ価格がソーダ灰価格より高く推移する場合にはソーダ灰価格はか性ソーダ価格に近づくとみてよい。もちろん、その場合 Na_2O 成分の違いによる価格差のほかにか性ソーダの方がソーダ灰より扱い易いというか性ソーダの優位な点に見合う価格差は残るとみななければならない。

(注1) USAにおけるソーダ灰、か性ソーダの供給バランス見通しについてはSNCレポート参照。

将来のUSA国内におけるソーダ灰需給バランスは1985年前後から供給不足気味に推移する見通しである(前述のSNCレポート参照)。従ってソーダ灰のUSA国内価格はか性ソーダ価格と連動するとみられる。すなわちソーダ灰のUSA東岸地域着価格は、か性ソーダの着価格から成分差と取扱い易さのプレミアム分を差し引いたレベルになると見込まれる。一方ASEAN市場のソーダ灰需給について見るならば、ケニアが現在生産能力の増強を計画しており供給は過剰気味である。従ってケニア品価格はUSA品がASEAN市場に出ないような価格範囲(すなわちASEANに輸出するよりも国内に出荷した方が有利になるような価格範囲)の最も高いレベルで価格を形成してくると推察される。このような考え方に基づいて推定すると、1985年のASEAN市場ソーダ灰平均価格はUS\$225/Tレベルに推移すると予想される。これらの価格関係を図示したのが図II-2である。

ASEAN各国のCIF価格は、輸入港の受入設備の能力や配船状況、輸入ロットの数量等の違いから若干のばらつきがある。1975年～1978年の輸入価格実績をもとにASEAN地域平均価格に対する格差を指数によって表すと下記のとおりである。

<u>ASEAN地域平均価格(CIF)</u>	
Indonesia	100
Malaysia	101.92
Philippine	102.23
Singapore	100.43
Thailand	101.68
	100.00

上記のような価格格差が今後とも変わらないとすると、ASEAN各国のCIF価格は1985年価格として下記のとおり予想される。

<u>ASEAN地域平均価格(CIF)</u>	
Indonesia	US\$225/T
Malaysia	US\$229/T
Philippine	US\$230/T
Singapore	US\$226/T
Thailand	US\$229/T
	US\$225/T

1-3-4 当プロジェクトのソーダ灰販売見込み

既に述べたようにASEAN諸国に対するソーダ灰の主たる供給元はケニア・USAおよび日本であった。しかしこれら諸国とともに東欧、韓国等が、自国市場や主要輸出市場の需給状況によってASEANにスポット売りをしてきたことも既に述べたとおりである。

本プロジェクトが稼働を始め、生産された製品が価格的に競争力をもち得るとすれば、本プロジェクトのソーダ灰がASEAN諸国に対する主たる供給源になり得ることは間違いない。しかしながら、上記のようなスポット売りが今後も存続する可能性は十分ある。それではこのようなスポット売りが今後どの程度の割合で存続するであろうか。この点について推定することは非常に困難である。従来におけるこのようなスポット売りの割合を今後小さくする要因としては、ASEAN諸国間のPreferential Trading Arrangement(PTA)がある。しかし今のところソーダ灰に対するPTAの特恵関税率はまだ確定していない。また、従来ソーダ灰の輸入を各国とも民間の手にゆだねて来ただけに、今後どの程度まで各国政府がコントロールできるか今のところ不明である。かかる問題について今後具体的な取決めをASEAN各国間で行うよう提言する。また下記のような事情も考慮に入れる必要がある。

- (イ) ASEAN地域はケニアにとって天然灰の重要な輸出市場である。現在ケニアは天然灰の倍増計画を進めており、この計画が完成した暁にはますます輸出ドライブがかかるとみななければならない。もし新規市場開拓が遅れるようなことになればケニアは安値攻勢をかけてもASEAN市場への輸出を計ると予想される。

(四) ASEAN諸国のユーザーは、1973～74年時に供給不足に悩まされ操業停止に追い込まれた苦い経験を持っている。このため単一の供給源に依存することにはかなりの抵抗がある。

以上の点を勘案すると、ASEAN市場の総需要見込みをもって直ちに本プロジェクトからの販売可能量とみるのは楽観的に過ぎると思われる。かかる要素を勘案して本プロジェクトからのソーダ灰がASEAN各国で占め得ると見込まれるシェア率を予想し、販売見込み量を想定した。この販売見込み量は表Ⅱ-7に示したとおり、1985年には368千T、1990年には510千T程度と見込まれる。

第2章 塩

2-1 ASEAN諸国における塩の市場

2-1-1 ASEAN諸国における塩の需給の現状と見通しの概要

表Ⅱ-8はASEAN諸国における塩の用途別需要量を推定したものである(詳細は付録Ⅱ-2参照)。実際の塩の需要量についてはほとんどデータがなく、またあったとしても詳細に検討してみると多くの矛盾する事実があり信用できない。従って上記の用途別需要量は一定の仮定のもとに調査団が推定したものである。

ASEAN各国における塩需要のパターンには共通性ある。その需要パターンは概略、次のとおりである。

1. 家庭消費用(料理用、食卓塩等)
2. 魚の塩蔵用
3. 食品工業用(ソース・ケチャップ・缶詰用等)
4. 化学工業用(か性ソーダ用、石けん用等)
5. その他(飼料用、etc)

上記各需要別の需要構成をASEAN諸国全体で見ると、1978年では、家庭消費用が約61%、か性ソーダ用が約14%、残りの約25%が魚の塩蔵用となっている。

塩の性状として大きく2つに分けるならば、96～97%以上のNaCl含量が要求される工業用塩とその他一般塩とに分類することができる。もちろん一般塩として工業用塩を使用することは可能であるが、一般塩と工業用塩の間には価格面での格差もあり、ASEAN諸国では両者をはっきり区別している。工業用塩はそのほとんどが化学工業用であるが、その中でも特にか性ソーダ原料として使用されるため、高NaCl成分と高純度が要求される。その他の用途では、重金属等の混入は問題になるがNaCl成分につい

Table II-7 PROJECTED SALES AMOUNT OF THAI SODA ASH
IN ASEAN COUNTRIES

(000 tons)

	Thailand	Indonesia	Malaysia	Singapore	The Philippines	Total
1985	119.6	93.5	42.8	15.9	96.0	367.8
1986	129.6	99.9	45.8	16.0	101.9	393.2
1987	140.8	106.5	49.0	16.0	108.2	420.5
1988	151.9	113.3	52.3	16.2	112.8	446.5
1989	163.4	120.4	55.2	16.2	121.7	476.9
1990	175.3	127.6	59.4	18.4	129.1	509.8
1995	223.3	167.5	80.2	21.1	170.1	662.2

Table II-8 ESTIMATED CONSUMPTION OF SALT IN ASEAN COUNTRIES, 1978

	Home Consumption	Caustic Soda	Fish Salting and Others	Total
Thailand	136.1	49.7	76.6	262.4
Indonesia	409.9	42.2	63.9	516.0
Malaysia	32.3	22.7	70.1	125.1
The Philippines	139.1	45.1	73.8	258.0
Singapore	7.0	4.8	22.2	34.0
Total	724.4	164.5	306.6	1,195.5
(% of Consumption Total)	(60.6)	(13.8)	(25.6)	(100.0)

てはあまり問題にされていない。魚の塩蔵用に使用される塩の場合は安い価格のものが好まれる。(以下、便宜上か性ソーダ工業用の塩を「工業塩」と呼び、その他を「一般塩」と呼ぶ。)

インドネシアは基本的に全量国産の天日塩によって自給できる体制にあるし、また自給が同国の基本政策である。しかし天日塩の生産は天候状況に左右され易いため、同国の塩生産量は変動が激しい。インドネシアは現在工業用塩の国内生産計画を進めており、1981年には生産開始の予定である。この工業塩の生産能力は年間300,000Tが予定されており、同国としては工業塩も含めて塩需要全量を国内生産で賄う方針である。(インドネシアの塩の生産および輸入実績ならびに将来の需給見通しについては付録Ⅱの表AⅡ-1.3、AⅡ-1.4参照)

フィリピンは工業塩を除き全量国内生産天日塩によって賄っている。工業塩も従来は国内で生産が行なわれてきたが、コスト高から輸入品に対抗できず特定の需要家向けを除き全量輸入されている。同国では現在工業塩の輸入については工業塩生産者の了解のもとに投資局(BOI)が認可した場合のみ輸入税が免除されるという形で国産工業塩が保護されている。しかし、輸入関税(50%)はFOB価格に対して課されるため少額にとどまり、実際の効果は少ない。この結果既存の工業塩生産業者2社のうち1社は生産を中止している。他の1社が生産している工業塩はNaClパーセントが低く、その上海水汚染によって不純物を含むため、石けん用に使われているにすぎない。か性ソーダ用の工業塩は全量輸入に依存している。しかし、現在既存の天日塩生産地とは別の場所で、地熱を利用して高成分工業塩を生産する計画が進められており、1981年には生産開始の予定とされている。この計画の生産能力は2社で200,000T/年~300,000T/年であり、この計画が生産を開始すると同国の工業塩需要を満たしたうえ、輸出余力を持つことになる。(フィリピンの塩の生産および輸入実績は付録Ⅱの表AⅡ-2.4参照)

マレーシアとシンガポールは全く塩の生産を行っておらず、全量輸入に依存している。工業塩には主としてオーストラリア塩とエチオピア塩が輸入されているが、一般塩はタイの天日塩が輸入されている。なお両国とも天候条件上の制約から今後とも国内生産は行なわれない見通しである。

タイは天日塩の生産が国内需要を上回り、既に塩の輸出国である。過去10年の輸出実績をみると、天候の影響による生産量の増減に伴って輸出量もかなりの変動を示しているが、極端な不作年を除き90千~100千T程度の輸出が年年行われてきた。最近では天候が良かったため生産量が増加しているが、塩田面積は逆に減少傾向にある。このような状況をみると、今後生産量・輸出量ともに現状が維持されるものと予想される。

2-1-2 ASEAN諸国において岩塩の販売対象となる市場と需要の見通し

以上述べてきたASEAN各国の需給状況から、本プロジェクトにとって岩塩の販売対象となり得る市場は、ASEAN諸国の中ではマレーシア、シンガポールおよびタイに限られる。これら3国の塩の需給状況の推定と見通しは表II-9に示すとおりである。

(詳細は付録II-2参照)

タイ政府は自国の製塩農民を保護するという観点からタイの天日塩の市場には介入しないという方針をもっている。従ってタイ国内の場合、岩塩販売の対象となる市場の規模は、同国における塩の総需要から天日塩の供給分を差し引いた残余分とみななければならない。また、シンガポールおよびマレーシアでも従来からタイ天日塩が輸入されているため、これら両国に対し本プロジェクトの岩塩を輸出するための対象市場規模は両国の塩の総需要からタイ天日塩のシェアを差し引いた残余分と考えられる。このような考え方に基いて本プロジェクトにとって岩塩販売の対象と考えられる市場規模をこれら3国について予測した。その結果は表II-1に示すように、1985年ではタイ81千T、シンガポール8千T、マレーシア147千T、計236千Tが見込まれ、1990年ではタイ178千T、シンガポール8千T、マレーシア199千T計385千Tが見込まれる。(ただし、本プロジェクトのソーダ灰工場向け供給量は含まれていない。)

2-2 ASEAN市場における塩の供給と価格形成

表II-10はフィリピン、マレーシア、シンガポール3国における供給元別の塩の輸入量を示したものである。タイの場合は塩の輸入量がごく少量にとどまっております、またインドネシアの場合は自国の生産不調時にのみ輸入するという状況であるため、いずれも上記の表から除外した。上記3国の1975年時の総輸入量を見ると、タイの天日塩が最大のシェアを占め39%であった。その後もタイ天日塩のシェアは30~40%を維持している。これに対しオーストラリア塩のシェアは、1975年時の22%から年々増大し、1978年には50%を越えるに至っている。タイ天日塩およびオーストラリア塩がこれら3国市場で占めるシェアは、1978年には88%に達している。

世界の塩の貿易において大手輸出国の地位にあるのはオーストラリアとメキシコである。一方最大の輸入国は日本であり、オーストラリアとメキシコは日本の市場において競合している。塩の価格形成においては海上輸送費が重要な要素となる。オーストラリア、メキシコ両国とも日本向けには大型船(6,000T程度)の利用や積込み能力の改良等によって海上輸送費の引下げを計ってきた。塩の場合、海上輸送費は一般に輸送距離よりもむしろ使用される船の大きさによって大幅に違ってくる。このような関係もあり塩の価格は主としてFOB価格で形成される。塩の国際市場価格形成において、その

Table II-9 PROJECTED DEMAND FOR SALT IN THAILAND, MALAYSIA AND SINGAPORE

	Demand for Salt			Production (C)	Import from Thailand (D)	Available Market for Thai Rock Salt (A + B) - (C + D)
	Domestic (A)	Export (B)				
1978						
Thailand	262.4	107.4	763.7	-	-	
Malaysia	125.1	-	-	57.7	-	
Singapore	34.0	-	-	26.7	-	
Total	421.5	107.4	763.7	84.4	-	
1985						
Thailand	347.2	96.0	362.0	-	81.2	
Malaysia	191.1	-	-	44.0	147.1	
Singapore	33.7	-	-	26.0	7.7	
Total	572.0	96.0	362.0	70.0	236.0	
1990						
Thailand	443.7	96.0	362.0	-	177.7	
Malaysia	242.9	-	-	44.0	198.9	
Singapore	34.2	-	-	26.0	8.2	
Total	720.8	96.0	362.0	70.0	384.8	
1995						
Thailand	510.7	96.0	362.0	-	244.7	
Malaysia	261.0	-	-	44.0	217.0	
Singapore	34.7	-	-	26.0	8.7	
Total	806.4	96.0	362.0	70.0	470.4	

Table II-10 IMPORT OF SALT BY IMPORT SOURCE IN MALAYSIA, THE PHILIPPINES AND SINGAPORE

	1975	1976	1977	1978
	(000 tons)			
Import Sources:				
Australia	41.0 (22.4)	79.6 (39.8)	99.3 (46.6)	111.2 (50.2)
Ethiopia	12.8 (7.0)	10.4 (5.2)	13.6 (6.4)	- (-)
Thailand	71.7 (39.0)	60.4 (30.2)	64.0 (30.0)	83.5 (37.8)
India	20.9 (11.4)	35.6 (17.8)	26.6 (12.5)	- (-)
Total (Incl. Others)	183.3 (100.0)	200.0 (100.0)	213.2 (100.0)	221.3 (100.0)

(Notes) 1. Amount of import in Singapore includes the amount to have been re-exported.

2. () : Percentage of total.

Sources: See Table II-1.

ベースになっているのは日本の輸入価格であるとみられる。日本の輸入価格はオーストラリアとメキシコの競合によって形成され、この価格が両国の輸出価格決定に際して基準になっているとみられる。図Ⅱ-3は1978年における上記のような価格形成関係を図示したものである。ここに示されたタイの天日塩価格はCIF価格としてオーストラリア塩よりも高いが、これはタイ塩が包装物であることによると推定される。(魚の塩蔵用には袋物での出荷が必要である。)図Ⅱ-4は同様に1985年における価格関係を予測したものである。これによれば主要輸出国市場で競争力を持ち得るためのタイ岩塩の輸出港FOB価格はマレーシア向けUS\$33/T、シンガポール向けUS\$26/Tと予測される。

しかし、この価格はタイ岩塩の品質がオーストラリア塩と同等のものであるとの仮定で予測されたものである。分析点数が限定されているため断定はできないが現時点での分析結果では2-4に述べるとおり、タイ岩塩の品質は純分においてオーストラリア塩より若干劣るとみられる。工業塩として使用する場合、需要家側で精製費がかかることになり、その分に見合う値引きが必要になる。また輸出市場で独占的にシェアをもつためには、さらに値引きを考慮する必要がある。このような要素を考慮すると各仕向国別のFOB価格は1985年価格として次のように想定される。マレーシアUS\$29/T、シンガポールUS\$24/T。

2-3 ASEAN域外への輸出可能性

上述のとおり塩のC&F価格中に占める海上輸送費の割合は非常に高い。また、その海上輸送費は輸送距離よりもむしろ使用する船の大きさや積込み設備の能力によって大幅に変る。図Ⅱ-4に示すごとく15,000~20,000 DWTクラスを使用した場合、タイから日本への海上輸送費はオーストラリアから日本への海上輸送費とほぼ同じレベルである。従って、競争相手国が大型船を使用できるような仕向先へタイが輸出する場合、タイとしても大型船の使用が必要である。一方、輸出国側の事情により大型船を使用できない国へ輸出する場合は、輸送距離の違いが海上輸送費に大きく影響する。従って、輸送距離が短かくかつ、いずれの輸出国も大型船が使えない国への輸出では、タイは充分競争力があるといえる。

15,000~20,000 DWTクラスの船を使用する場合、タイが競争力を持ち得る輸出先は上記3国以外では台湾のみである。(付録Ⅱ-4参照)この国の市場規模から見て年100千T程度の輸出は、タイにとって可能と思われる。台湾向けの輸出価格を2-2に述べた手法で予測すると、1985年時でFOBUS\$19/Tが見込まれる。しかし、他の輸出国との競争を加味するとFOB価格としてUS\$17/T程度での輸出を

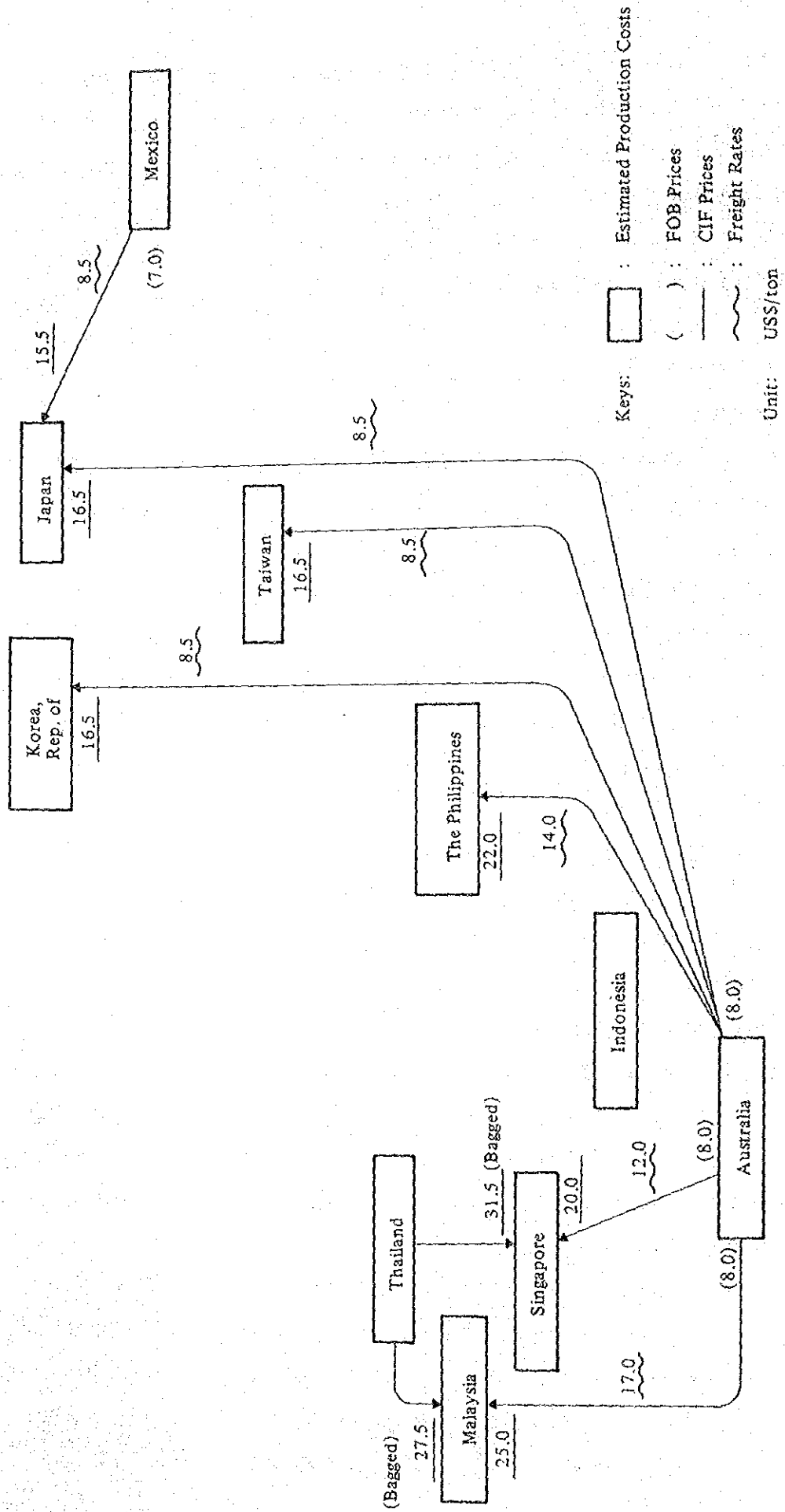


Figure II-3 PRICES AND FREIGHT RATES OF SALT IN 1978

考える必要がある。

もし60,000DWTクラスの大型船が使用可能であれば、韓国および日本市場に対しても競争力のある価格をオファーできる可能性があると思われる。これらの国は大量の需要があることからみて、タイとして販売努力を行うならばある程度まで、これらの市場に輸出することが可能になると思われる。これらの市場向け輸出価格は1985年価格としてFOBUS\$17/T(値引き前価格)と予測される。

2-4 タイ岩塩の市場性

表Ⅱ-11は、本プロジェクトで採掘される岩塩の予測品位(第Ⅲ編3-3参照)とオーストラリア塩の品位を比較したものである。本プロジェクトの岩塩は塩成分(NaCl)においては、工業塩として使用するに何らそん色はない。しかし、問題は水不溶解分(I.M.)、特に石膏分(SO₄)が高い点にある。これは岩塩に共通の問題で、岩塩として見た場合、本プロジェクトの岩塩は高品位の部類に属するが、工業塩として使用するためには需要家側で精製費がかかることから、当然値引きが必要になる。しかし、本質的には工業塩として使用に耐える範囲の品位であり、2-2に示したような値引き価格による販売を条件として、販売可能と判断する。

第3章 塩 安

3-1 ASEAN諸国における塩安市場

世界で肥料用塩安を輸出しているのは日本だけである。表Ⅱ-12は日本からASEAN諸国への塩安輸出実績を示している。この表に見られるとおりASEAN諸国で塩安を大規模に使用しているのはタイのみである。その他に塩安輸入の実績があるのはフィリピンとマレーシアであるが、その量は極めて少量であり、また使用は継続的ではない。

塩安は窒素肥料の一種でありアンモニア態の窒素であるという点においては硫酸と同じであるが、硫酸が硫酸根を持つのに対し塩安は塩素イオンを持っている。この塩安の持つ塩素イオンの作用によって作物の種類によってはその作物に害を及ぼすことがある。このような要因から、たとえ塩安がよく普及している国の場合であっても、他の窒素肥料と違って、塩安はある限られた範囲の中で使われている。日本の場合塩安はほとんど水田作物に使用され、畑作物には使われていない。その理由として、畑の場合は、水田のように塩素イオンが水に溶解して流れないため土壤中に累積される率が高く、その結果塩素イオンによる害を生ずるためである。また水田作物の場合でも裏作に塩素イオン

Table II-11 COMPARISON OF ASSUMED GRADE OF
ROCK SALT MINED FOR THIS PROJECT
AND AUSTRALIAN SALT

	Assumed Grade of Rock Salt Mined in this Project	(%) Australian Salt (Shark Bay) Mean Grade
Water	0.1 - 0.2	2.05
Insoluble Matter	0.5 or less	0.04
SO ₄	1.0 or less	0.16
Ca	0.4 or less	0.05
Mg	0.08 or less	0.04
K	0.001 or less	0.02
NaCl	97 or more	97.17

の害を受けやすい作物（たとえばパレイショやタバコ）を栽培する場合には塩安は用いられない。

タイ以外のASEAN諸国でも、過去に塩安が硫酸の代替として一部使用されたことがあるが、その量は極めて少なく、これらの国で使われてきた窒素肥料の主体は尿素および硫酸（マレーシアの場合は尿素、硫酸および硝酸）である。前にも述べたように塩安の供給源が日本だけに限られて、供給余力が限定されるため、これらの諸国では硫酸や尿素のように多くの供給源から入手できる窒素肥料が積極的に普及されたためである。ASEAN共同工業プロジェクトとしてマレーシアおよびインドネシアで尿素が生産・輸出されるためタイを除く各国とも今後は尿素的の普及にますます力を入れることが予想され、このためタイを除くASEAN各国に塩安肥料の市場を見出すことは困難であると予想される。

3-2 タイにおける塩安需要の現状と見通し

タイの場合は他のASEAN諸国の場合と異なり塩安が窒素肥料消費の約13%（1978年）を占めている。これは、タイに日本の塩安メーカーが塩安を原料として使用する化成肥料工場を現地資本との合併事業により建設し、塩安を供給したためである。

タイでは窒素およびリン酸の2成分あるいはカリを加えた3成分を含有する複合肥料が多く施用されている。現在輸入された塩安は大部分がこの複合肥料の原料用として消費されているが、また一部は塩安そのままの形で単肥として直接施用されている。しかし、これらの肥料は塩素イオンを含むため、3-1で述べたような施用上の問題が起こる可能性があり、現状では塩安（塩安化成を含め）は主として灌漑施設のある地帯の水稲に使用されている。

Table II-12 EXPORT OF AMMONIUM CHLORIDE FROM JAPAN

Destination:	(000 tons)				
	Fertilizer Year 1)	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79
China		477.5	282.8	274.4	232.7
The Philippines		--	6.0	17.0	20.0
Thailand		21.5	57.6	72.3	72.6
Malaysia		1.3	18.3	7.8	17.0
Indonesia		4.4	--	--	2.8
Total (incl. Other Countries)		505.3	366.2	372.0	346.1

(Note) 1) Fertilizer year is from July to June.

Sources: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan, "Pocket Fertilizer Yearbook".

タイの農業協同組合省は本プロジェクトで塩安が国内生産される可能性があることを重視し、タイ国内での塩安の普及に力を入れることを考えており、すでに塩安の各種作用に関するテストデータの収集を行っている。この結果天水田地帯や裏作にタバコが栽培される地帯も含めてタイの水稲には塩安の使用が可能であるという結論を出している。しかしその他の作物についてはまだ十分な結論を出すまでには至っていない。

タイの作物別肥料消費の現状および見通しを表Ⅱ-13に示した。タイで最も肥料を多く消費しているのは水稲であるが、ついで砂糖キビが大きい。タイの肥料消費に関する上記諸データをもとに、また次のような諸条件を想定して塩安の需要を予測した。

- (1) 塩安は水稲向け単肥として使用されるほか水稲向け複合肥料原料として使用される。
- (2) 水稲に使用される単肥には全量塩安が施用される。
- (3) 水稲に使用される複合肥料のうち80%が国内生産されるものとし、その水稲向け複合肥料には製造技術上可能な範囲で最大量の塩安が原料として使用される。

上記の前提に基づく塩安の予測結果を表Ⅱ-14に示すが、それによればタイにおける塩安需要量は化成/配合肥料として使用される塩安のほか単肥として施用される分も含め1985年283千T、1990年には373千Tに達する見通しである。

この予測値が実際の需要としてみるためには需要の増加に応じて塩安ベースの化成/配合工場の増設が必要になる。しかしながら、かかる工場の建設資金自体は比較的小額ですむうえに建設期間も短い。妥当な価格による塩安の供給が約束され、また政府による奨励策が講ぜられるならば、化成/配合工場の増設は民間部門の企業として行い得ると思われる。

Table II-13 PROJECTED DEMAND FOR FERTILIZER BY CROP, THAILAND

	Actual or Estimated 1)											Projected		
	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1985	1990	1995			
Rice	4.5	4.1	6.9	7.0	12.0	15.8	13.8	15.8	23.3	30.6	37.8			
North														
Northeast	66.2	53.6	86.8	102.6	136.2	169.0	160.4	173.3	241.3	306.9	371.1			
Central	149.9	126.0	137.0	169.1	227.8	278.7	243.7	282.3	399.4	517.4	637.8			
Total	232.2	193.7	242.9	293.2	397.2	482.9	432.3	489.3	685.2	879.2	1,074.0			
Sugarcane	43.2	48.6	70.8	162.1	170.0	138.2	127.1	159.2	191.1	213.2	234.0			
Tobacco	19.5	26.0	26.0	20.0	24.5	24.6	22.3	23.7	24.7	25.8	26.8			
Other Upland Crops	23.7	14.0	22.0	23.6	41.2	51.8	51.0	59.6	92.5	127.6	163.5			
Rubber	39.3	35.0	40.0	37.1	47.9	47.8	50.5	57.9	113.9	130.6	138.9			
Fruits	22.2	21.4	40.3	41.1	57.1	62.9	58.6	65.8	82.2	93.9	102.9			
Vegetables	27.8	34.4	36.0	40.9	45.1	47.1	45.7	55.8	61.8	70.5	77.8			
Total	407.9	373.1	478.0	618.0	783.0	855.3	787.6	911.3	1,251.4	1,540.8	1,817.9			

(Note) 1) Estimated based on the information from Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives.

Table II-14 PROJECT DEMAND FOR AMMONIUM CHLORIDE, THAILAND

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995
							(000 tons)
Direct Application (A)	45.6	48.2	50.8	53.4	56.0	58.6	71.6
Raw Material for Compound Fertilizer							
Potential Demand	308.4	326.7	344.6	361.9	378.8	395.3	470.6
Projected Demand (B)	237.5	261.4	275.7	289.5	303.0	314.6	361.6
Total Projected Demand (A) + (B)	283.1	309.6	326.5	342.9	359.0	373.2	433.2

3-3 ASEAN域外への塩安輸出の可能性

表Ⅱ-12はASEAN域外の国に対する日本からの塩安輸出実績である。この表によれば中国はかなり大量の塩安を毎年輸入している。

中国における塩安は、他の窒素肥料の代替品として水稻向けに使われているものと推定される。

一方、中国における窒素肥料の需給見通しは表Ⅱ-15に見られるとおり、今後まだ大量の窒素肥料輸入が行なわれる見通しである。この窒素肥料輸入必要量のうち塩安がどれぐらいを占め得るかは塩安が他の窒素肥料（硫安や尿素）との価格競争力を持ち得るかどうにかかると思われる。本プロジェクトで生産される塩安が硫安や尿素と比べて十分対抗し得る価格で輸出できるとすれば、中国に対する輸出も若干量である限り充分可能性があると判断される。

3-4 塩安の価格見通し

塩安の価格は他の窒素肥料価格との関連の中で決まる。窒素肥料の中で主導的なのは尿素であり、尿素価格との関連で予測した塩安価格は表Ⅱ-16のとおりである。

Table II-15 PROJECTION OF SUPPLY/DEMAND OF NITROGEN FERTILIZER IN CHINA

(000 tons in terms of Nitrogen Nutrient)

	Projected												
	1977	1978	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Supply (A)	4,600	5,664	6,212	6,288	6,346	6,561	6,975	7,470	7,928	8,269	8,434	8,471	8,471
Demand (B)	5,900	6,913	7,848	7,788	8,104	8,432	8,772	9,124	9,525	9,919	10,309	10,693	11,072
Balance (A) - (B)	-1,300	-1,249	-1,272	-1,500	-1,758	-1,871	-1,797	-1,654	-1,597	-1,650	-1,875	-2,222	-2,601

Source: 1) FAO.

Table II-16 PROJECTION OF AMMONIUM CHLORIDE PRICE
IN THAILAND, 1985

(US\$/ton)

	Import Price (C&F Thailand) (A)	Port Charges Taxes, and Unloading Charges (B)	Ex-Warehouse Price in Thailand (A + B) x 1.05 ¹⁾
Urea	235	28	276
Ammonium Sulphate	130	27	165
Ammonium Chloride			150 ²⁾

(Notes) 1) Including 5% importers, margin.

2) Ammonium chloride price was calculated taking into account the difference in the nitrogen nutrient content. That is:

$$(\text{Ammonium chloride price}) = (\text{Urea price } 276) \times \frac{25\%}{46\%} = 150$$

第III編

岩塩鉦山開発計画に関する技術的諸問題の検討

第Ⅲ編 岩塩鉱山開発計画に関する技術的諸問題の検討

第1章 Bamnet Narong 岩塩鉱床

1-1 序 説

1-1-1 位置、交通 (図Ⅲ-1)

Bamnet Narong 岩塩鉱床は、タイ国北東部の Khorat 高原 (本編 1-2-1 参照) の西端部に位置し、Chaiyaphum 県 Bamnet Narong 郡に属している。

この地区は交通の便が比較的良好である。Nakhon Rachasima 市より国道 205 号線 (舗装 2 車線) が通じており、また国有鉄道路線が岩塩鉱床内を東西に横切っている。Bamnet Narong 駅と鉱床中心部との距離は直線距離として約 7 km である。

Bamnet Narong 岩塩鉱床は 1:50,000 地形図上「Amphoe Bamnet Narong」に位置している。岩塩鉱床は、北緯約 15°28'、東経約 101°44' の地点で、Nakhon Rachasima 市の北西約 70 km、Chaiyaphum 市の南西約 45 km、Bangkok 市の北東約 230 km にある。

1-1-2 地 形

本地区は海拔 200~211 m 程度の標高で、ほぼ平坦な地形を呈しており、高地帯は小灌木のある荒地であるが、低地帯はほとんどが水田でそこでは一毛作により水稲が耕作されている。

1-1-3 気 候

本地域の気候は乾期と雨期で特徴づけられる熱帯性の気候である。雨期は 5 月より 10 月で、この期間中にはおおむね午後にスコールがみられる。乾期は降雨量が極端に少なく乾燥気候を示す。

1951 年~1975 年の Chaiyaphum 市の気象統計表を表Ⅲ-1 に示した。

この表に基づく乾燥指数^(注1)は 3.3 である。

(注1) $I = P / (T + 10)$ I = 乾燥指数

P = 年雨量 (cm)

T = 年平均気温 (°C)

Table III-1 CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1951 - 1975

Station CHAIYAPHUM
Index Station 48 403
Latitude 15° 48' N.
Longitude 102° 02' E.

Elevation of station above MSL 181.00 meters
Height of barometer above MSL 183.00 meters
Height of thermometer above ground 1.50 meters
Height of wind vane above ground 14.50 meters
Height of rain gauge 1.00 meters

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Pressure (+1000 or 900 mbs.)													
Mean	13.81	11.73	09.75	08.14	06.45	05.46	05.69	05.50	06.94	10.31	12.79	13.83	09.21
Ext. Max.	25.64	24.20	22.63	21.35	13.87	12.84	12.36	13.14	14.29	19.03	22.51	24.59	25.64
Ext. Min.	03.18	01.92	01.03	08.52	08.98	06.26	07.04	07.18	08.08	01.64	03.76	02.94	06.26
Mean daily range	5.60	5.98	5.92	5.16	4.92	4.15	3.88	4.05	4.34	4.62	4.72	5.12	4.87
Temperature (°C)													
Mean	24.6	26.9	29.3	30.4	29.7	28.8	28.1	27.7	27.3	27.3	26.1	24.6	27.6
Mean Max.	30.0	32.4	34.7	35.7	34.3	32.5	31.9	31.4	30.8	30.5	30.0	29.4	31.9
Mean Min.	16.9	19.7	22.3	23.9	24.5	24.2	23.8	23.6	23.9	23.0	20.6	17.7	22.0
Ext. Max.	36.7	39.3	40.5	42.5	40.4	40.5	37.3	35.7	35.3	33.9	35.0	35.5	42.5
Ext. Min.	6.3	11.5	12.3	17.8	21.3	21.3	20.4	20.5	21.0	17.7	11.4	8.2	6.3
Relative Humidity (%)													
Mean	53.0	53.0	54.0	58.0	67.0	72.0	74.0	76.0	79.0	72.0	63.0	57.0	65.0
Mean Max.	78.5	76.8	78.4	81.2	85.9	88.4	89.6	91.1	92.4	87.0	82.2	80.8	84.4
Mean Min.	36.6	35.5	36.6	40.8	50.9	58.4	60.3	63.0	66.2	58.5	48.2	41.1	49.7
Ext. Min.	13.0	11.0	14.0	14.0	25.0	31.0	36.0	42.0	43.0	30.0	21.0	16.0	11.0
Dew Point (°C)													
Mean	13.6	15.5	18.0	20.5	25.5	23.0	22.7	22.9	23.1	21.4	18.0	14.8	19.7
Evaporation (mm)													
Mean-Piché	127.4	138.6	157.5	145.3	113.3	95.5	91.8	80.1	60.3	80.2	99.1	117.7	1306.8
-Pan							No Observation						
Cloudiness (0-8)													
Mean	3.0	3.1	3.6	4.3	5.7	6.5	6.7	6.9	6.6	5.0	3.9	3.3	4.9
Visibility (Km)													
0700 L.S.T.	5.7	4.7	4.8	7.5	10.5	10.2	10.2	9.8	9.5	9.5	8.1	6.4	8.1
Mean	7.7	6.2	6.0	8.4	11.1	11.4	11.1	10.8	10.3	10.9	10.7	9.7	9.5
Wind (Knots)													
Prevailing wind	NE	E	E	W	W	SW	W	W	W	NE	NE	NE	-
Mean Wind Speed	5.2	5.5	5.6	5.8	5.8	6.3	6.2	5.7	5.0	5.2	5.8	5.8	-
Max. Wind Speed	33 ENE	33 S	39 N.E., SW	39 S, NW	35 WSW	33 S.W., NW	33 S,W	27 N, SW,W	33 S,SW	27 E, SE	27 S	25 NNE	-
Rainfall (mm)													
Mean	4.8	18.2	56.8	87.4	162.0	140.9	152.6	147.5	323.8	124.7	17.3	3.8	1239.8
Mean rainy days	1.2	2.3	5.5	7.7	14.1	13.1	15.1	16.9	19.1	10.1	1.9	1.0	108.0
Greatest in 24 hr.	19.6	79.2	65.9	95.9	141.6	93.3	149.4	91.5	158.0	119.3	67.3	32.6	158.0
Day/Year	31/74	28/75	5/69	7/63	23/59	26/68	12/62	27/66	2/69	25/66	7/63	12/72	2/69
Number of days with													
Haze	23.3	25.7	26.1	16.9	1.4	0.0	0.0	0.0	0.6	3.4	9.9	16.8	124.1
Fog	0.8	0.2	0.6	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	2.3
Hail	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
Thunderstorm	0.0	1.7	6.4	12.1	16.3	8.5	7.8	8.0	11.9	5.1	0.5	0.0	78.3
Squall	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Remarks: 1. Data for 1954 - 1975
2. Pressure 1957 - 1975
3. Evaporation 1959 - 1975

(By Meteorological Department of Thailand)

1-1-4 既 調 査

タイ国工業省鉱山局が1957年にBamnet Narong地域で地下水調査試錐(Bamnet School、H₂-20)を実施したが、その際塊状岩塩層(地表下465~585ft)および頁岩混りの岩塩層(地表下320~465ft)の賦存が確認された。

その後、1977年頃より鉱山局によって岩塩およびカリを対象とした探査試錐がBamnet Narong地区で実施され、その結果、本地区に優勢なる岩塩鉱床が賦存していることが確認された。

さらに、タイ国工業省は、1977年5月より1978年9月にかけてカナダ国SNC社に依頼して岩塩鉱床開発計画のフェージビリティ・スタディーを行った。

この調査の概要は次のとおりである。

1. 調 査 地 : Bamnet Narong 地区
2. 地 形 測 量 : 1 : 10,000 の地形図作成
3. 試 錐 : 16本
4. 探掘対象区域 : 岩塩鉱床のほぼ中央部
5. 探掘対象レベル : 地表下350~300ft(50ft)の範囲
6. 埋 蔵 鉱 量 : 318,000,000T
7. 埋蔵鉱量計算基礎 :

イ. Area	9,750,000 m ²
ロ. Mining Height	15 m
ハ. Volume(A×B)	146,250,000 m ³
ニ. Specific Gravity	2.18
ホ. Reserves(C×D)	318,825,000T
8. 純 分 品 位 : 96.09%NaCl

なお、SNC社はこの調査の結論としてさらに詳細の検討を行うためには少なくとも5本の追加試錐が必要であることを指摘し、かかる追加試錐を実施するようタイ国工業省に提案した。

1-2 Bamnet Narong 岩塩鉱床

1-2-1 タイ国北東地域の地質概況

タイ国北東部には、Khorat 高原と呼ばれる台地がおおよそ北緯14°~19°、東経101°~106°にかけて広がっている。この高原の北縁はラオス国内に及び、東縁はカンボジア国内にまで及んでいる。

Khorat 高原一帯にみられる地質は、Triassic 紀からCretaceous 紀にかけて堆積したKhorat シリーズと称される堆積岩類によって構成されている。

この地域の一般地質層序および地質図は表Ⅱ-2と図Ⅱ-2に示した。

Khorat シリーズは下位、中位、上位に区分されそれぞれに岩塩層ないしは岩塩徴候認められているが、上位に賦存する岩塩層が優勢である。

下位 Khorat シリーズ：

これは Triassic 紀の赤色砂岩、シルト岩、礫岩などから構成されている。このシリーズは、さらに Phu Khadung 層、Nam Phong 層に細分されている。層厚は Phu Khadung で 2,465 m といわれている (Borax and Stewart, 1965)。

また、Pa Mong ダムサイトで実施された試錐によって Phu Khadung 層中に、石膏、岩塩の徴候があることが確認されている。

中位 Khorat シリーズ：

これは Jurassic 紀の赤色・灰色砂岩、シルト岩よりなるもので、層厚は 500~590 m といわれている。このシリーズは、さらに Phu Phan 層、Sao Khua 層、Phra Wi-han 層に細分されている。

また、Pa Mong ダムサイトで実施された試錐によって Sao Khua 層中に岩塩の痕跡があることが確認されている。

下位 Khorat シリーズ：

これは Cretaceous 紀の堆積岩で構成されており、さらに Khok Kruat 層、Maha Sarakam 層に細分されている。

Khok Kruat 層は砂岩、シルト岩、頁岩より構成されている。

Maha Sarakam 層は Sakon Nakhon 盆地および Khorat 盆地を形成しているもので砂岩、シルト岩、頁岩、岩塩、石膏(硬石膏)より成る。層厚は 700 m といわれている。本層は産出する化石によって Cretaceous 紀のものであることが確認されている (Kobayashi, 1963)。

Khorat 高原地域の地質構造として顕著なものは、北部および南部にそれぞれ発達する巨大な盆状構造と、両盆状構造の間にほぼ東西方向に延びる Phu Pan 隆起帯 (Phu Pan uplift) である。

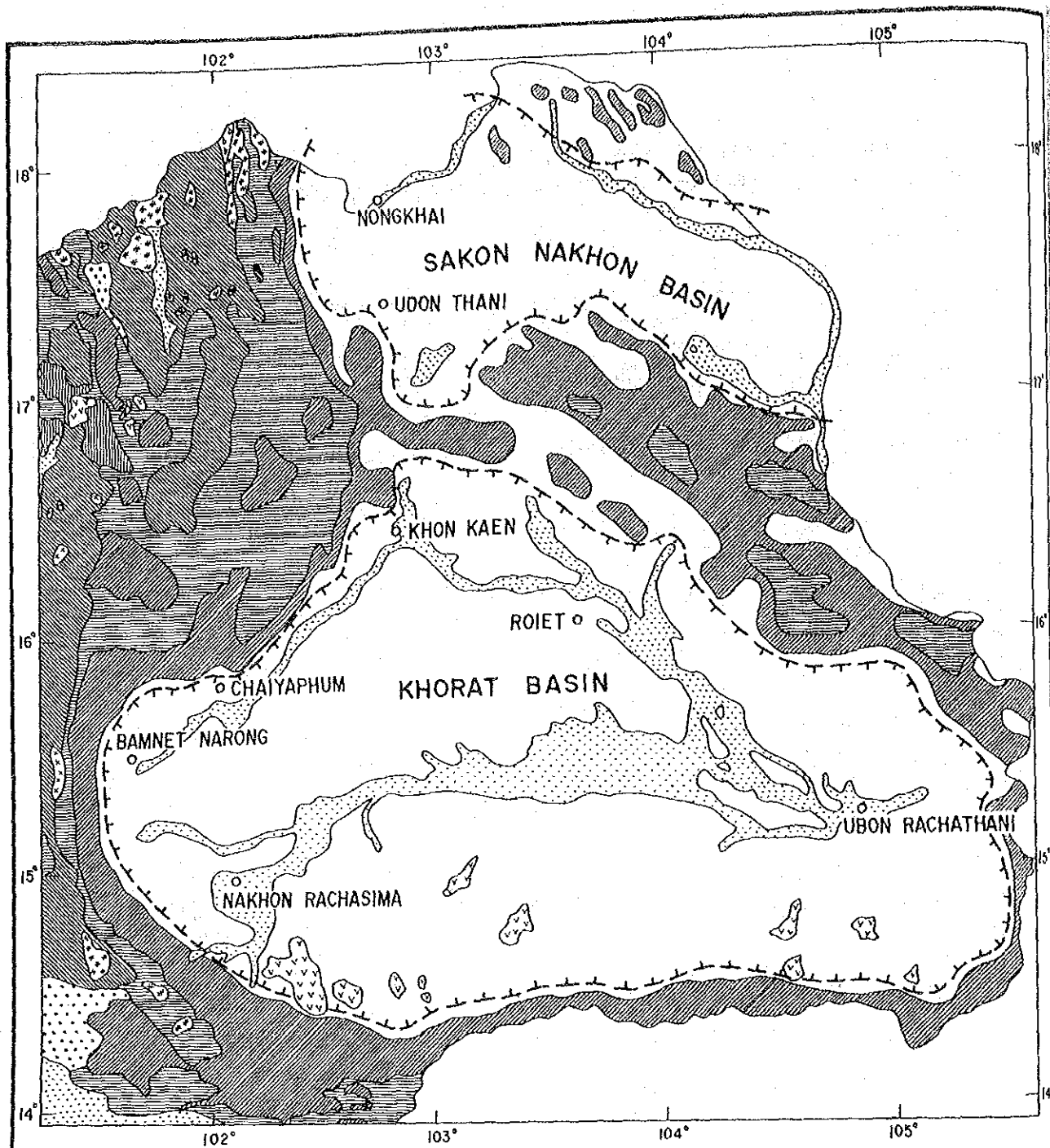
北部の盆状構造は、Sakon Nakhon 盆地と呼ばれ、その面積は約 21,000 Km² である。一方、南部の盆状構造は Khorat 盆地と呼ばれ、その面積は約 36,000 Km² である。

これらの盆地内には Maha Sarakam 層の海成蒸発岩(岩塩、石膏等)が優勢に発達しており、ところによっては岩塩層上部にカリが付随している。

Khorat 高原に分布する Maha Sarakam 層は海成蒸発岩を主体とするもので、大きくは 3 回の堆積サイクルがみられる。それぞれの堆積サイクルは岩塩層、硬石膏それに赤色粘土層より構成されている。岩塩層は下位岩塩層(厚さ 0~450 m)、中位岩

Table III-2 STRATIGRAPHY OF NORTHEASTERN THAILAND
(Herbert S. Jacobson and Charles T. Pierso 1969)

Age	Rock Units		Character	
Quaternary	Unnamed		Unconsolidated clay, sand, and gravel; laterite.	
Tertiary	Unnamed		Basalt flows (only overlying, Khorat Series on Khorat Plateau).	
Cretaceous	Khorat Series	Upper	Maha Sarakam Formation Khok Kruat Formation	Sandstone, siltstone, shale, salt, and anhydrite-gypsum. Sandstone, siltstone, and shale.
		Middle	Phu Phan Formation	Massive sandstones with conglomerate sandstone, siltstone, and shale.
Lower		Sao Khua Formation Phra Wihan Formation Phu Khadung Formation	Sandstone, siltstone, and conglomerate (including basal conglomerate).	
		Nam Phong Formation		
		Unnamed		Andesite, rhyolite, tuff, agglomerate.
Triassic		Unnamed		Granodiorite and other intrusive rocks.
	Unnamed			
Permian		Ratburi Limestone	Massive limestone with shale and sandstone	
Carboniferous		Unnamed	Sandstone, siltstone, shale, tuff and limestone.	
Devonian	Unnamed		Sandstone, quartzite, phyllitic shale, slate, and limestone.	
Silurian and older	Unnamed		Argillite, quartzite, slate, phyllite, schist.	



EXPLANATION

QUATERNARY		Aluvium		Basalt
CRETACEOUS		Sandstone, Shale Siltstone, Rock-Salt		Andesite Rhyolite
JURASSIC		Sandstone, Shale Conglomerate		Granite Granodiorite
JURASSIC		Shale, Sandstone		Porphyry
TRIASSIC		Conglomerate		Ultramafic
TRIASSIC		Sandstone, Siltstone, Conglomerate		Basin
CARBONIFEROUS		Sandstone, Siltstone, Shale, Limestone		

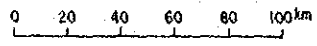


Fig.III-2. Geological map of northeastern Thailand

Map modified from The geologic map of Thailand
compiled by Junchet C. Javanaphet (1969)

塩層（厚さ0～111m）、上位岩塩層（厚さ0～65m）が存在し、このうち下位岩塩層は世界有数の層厚を有している（R. J. Hite and T. Japakeset, 1979）。

Khorat 高原における Maha Sarakam 層について、その推定模式柱状図を図Ⅲ-3に示す。

1-2-2 Bamnet Narong 地区の地質

Bamnet Narong 地区は Maha Sarakam 層によって構成されている。第1次評価調査において実施した追加試錐4本に基づく本地区の地質層序は図Ⅲ-4のとおりである。

本地区にみられる海成蒸発岩層を先に述べた Khorat 高原における一般的な Maha Sarakam 層の層序（図Ⅲ-3）と対比すると、本地区においては Upper Salt 層が欠如しており、また Middle Salt 層も場所によっては欠如している。

本地区で実施した試錐25本による地質状況を図Ⅲ-5に示した。これらの諸データを解析して本地区の地質状況を要約すると以下のとおりである。

1. 本地区の岩塩層は緑色・赤色のシルト（Khok Kruat 層と推察）を基盤とし、その上に Lower Salt 層および Middle Salt 層が賦存している。
2. 場所によっては Middle 層が欠如して Lower Salt 層のみが賦存している。
3. Lower Salt 層と基盤シルト岩の間には厚さ数メートルの硬石膏が賦存する。また Lower Salt 層の中位には厚さ1m弱の硬石膏バンドを挟む場合がある。さらに Lower Salt 層の最上位は普遍的に硬石膏層で被われている。
4. Lower Salt 層は Middle Salt 層に比して品質的に優れている。
5. Middle Salt 層は Lower Salt 層の上位に位置するが、両層の間には厚さ1～15m程度の粘土層が分布する。
6. Middle Salt 層の下位側には厚さ1～3mの硬石膏の薄層が介在している。また最上位にも硬石膏薄層が存在する個所がある。
7. カリとしては、Carnallite 鈹、Sylvite 鈹および Tachy hydrite 鈹の存在が知られており、これらは主に Lower Salt 層の最上位に賦存する。
8. Lower Salt 層は上位に Middle Salt 層が被覆しているものと、Middle Salt 層が存在しないものと2つのタイプがある。両者が含有する K、Br は含有量および分布傾向が異なっており、両者は同一層準であるが堆積環境が異なっていたことを示唆している。

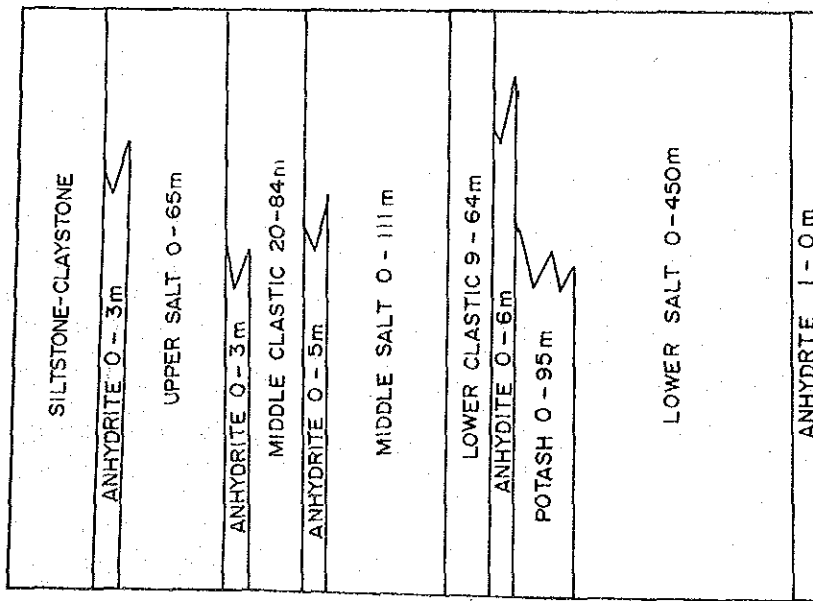


Fig.III-3. Informal stratigraphic nomenclature of the Maha Sarakham Formation of Cretaceous age.

(by R. J. Hite and T. Tapakastr, 1979)

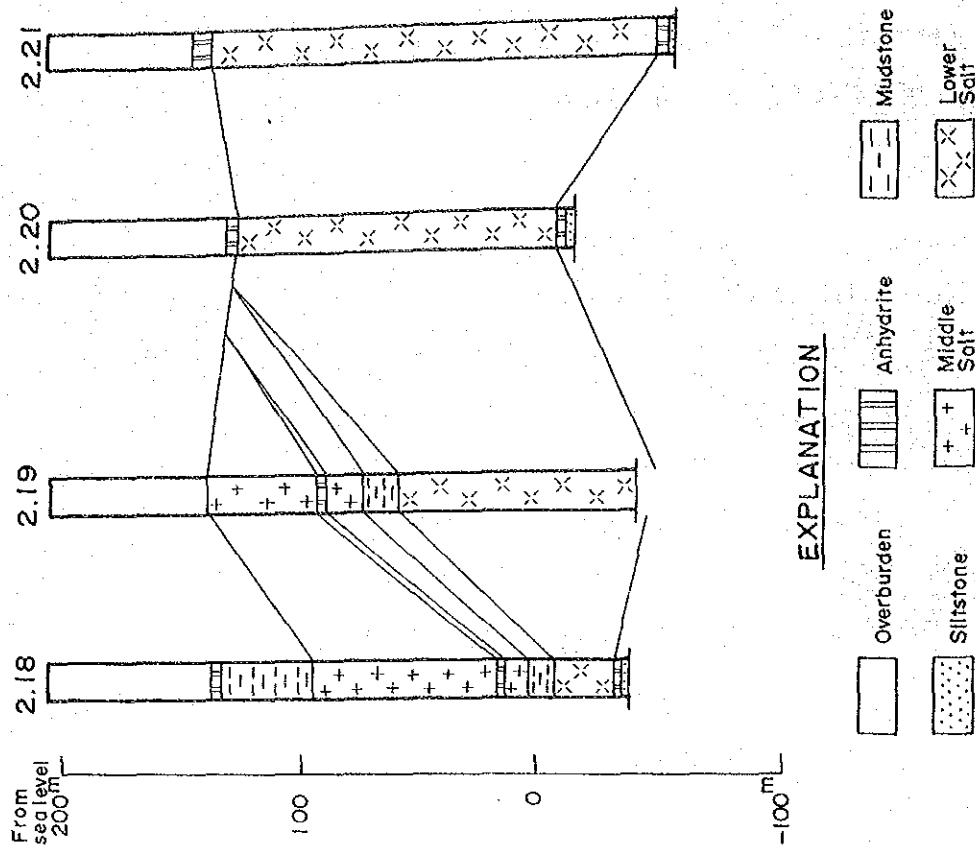
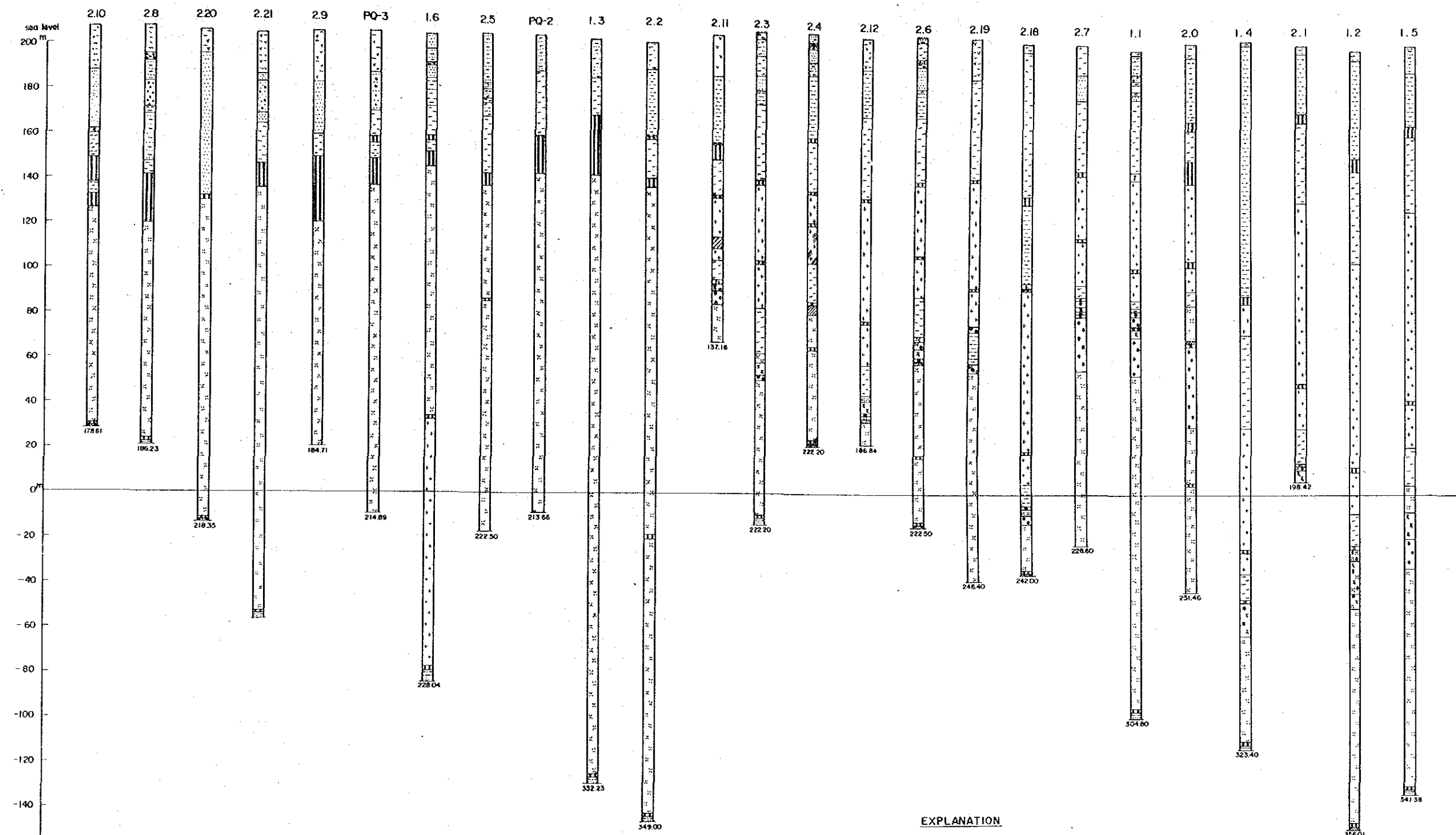


Fig.III-4. Columnar-stratigraphic sections of additional drill holes at Bamnet Narong.

Fig. III - 5. COLUMNAR SECTIONS OF DRILL HOLES IN THE BAMNET - NARONG SITE



EXPLANATION

- | | | | |
|--|------------------|--|------------------------|
| | Soil | | Halite-B (Middle Salt) |
| | Clay | | Halite-A (Lower Salt) |
| | Mudstone | | Sylvite |
| | Sandstone | | Carnallite |
| | Siltstone | | Tachhydrite |
| | Gypsum Anhydrite | | |

THE ASEAN ROCK SALT · SODA ASH
PROJECT IN THAILAND

COLUMNAR SECTIONS OF DRILL HOLES
IN THE BAMNET-NARONG SITE

JICA FIG. III - 5

以下、本報告書では Bamnet Narong 地区に賦存する岩塩層は第 1 次評価報告に準じて、Lower Salt 層を Halite-A、Middle Salt 層を Halite-B と呼称する。また、Halite-A に Halite-B が被覆する地区を D-area、Halite-A のみが賦存する地区を S-area と呼称する。

1-2-3 岩塩鉱床の構造

本地区でこれまでに実施した試錐データ（旧試錐および追加試錐）に基づいて次のような解析図を作成した。

1. 東西方向地質断面図（1～5 断面）
2. 南北方向地質断面図（A～G 断面）
3. 補助地質断面図（①～⑥断面）
4. Halite-A 下盤等高線図
5. Halite-A 上盤等高線図
6. Halite-B 上盤等高線図
7. Halite-D area、Halite-S area 分布図

これら解析図のうち 2, 4, 5, 6, 7 については図 III-7～III-11 として本編中に添付した。また、Bamnet Narong 地区の岩塩鉱床地勢図を図 III-6 として添付した。

解析図による Bamnet Narong 岩塩鉱床は次のとおりである。

1. Halite-A の下盤は西側から東側にかけて緩やかな単斜構造（傾斜度 2° 弱）を呈しており、安定した地質構造である。（図 III-8）
2. Halite-A の上盤は複雑な構造を呈している。すなわち、本地区の南西部、南東部および北東部は Halite-A の上盤にかなり深くぼ地がみられる。（図 III-9）
3. Halite-B の上盤は南西部および南東部に浅いくぼみが見られる。このくぼ地は Halite-A 上盤くぼ地の上位に位置しており、形成に当っては Halite-A の構造の影響を強く受けたものと推定される。（図 III-10）
4. S-area に賦存する Halite-A は本地区のほぼ中央部に発達しており、さらに北方に延長しているものと推定される。（図 III-11）
5. Halite-A はほぼ中央部で盛り上げてドーム状を呈しており、厚い個所では 250 m 以上の塩層厚を示している。（図 III-7）

なお、Halite-A の上盤がドーム状構造をなしていることは、周辺の地質構造からみて Halite-A が流動上昇したものと推定される。

1-2-4 岩塩鉱床の品質

S-areaのHalite-A、D-areaのHalite-AおよびHalite-Bの3岩塩層の塩主成分分析値を表Ⅲ-3、図Ⅲ-12に示した。これらの図表より明らかのように3岩塩層のうちでS-areaのHalite-Aが塩主成分その他で最も優れている。

なお、塩主成分の分析は日本専売公社の「塩務に関する分析法」に準じた。

1-2-5 岩塩の比重

岩塩の比重は第1次評価調査において実施した物性試験の試験結果より引用した。試験試料数は87箇所である。

比重測定条件は試錐岩芯より試料を整形後60℃の恒温にて24時間以上保管した後、試料の寸法・重量を精密測定し比重を求めた。各資料の測定結果は表Ⅲ-4のとおりである。

試験結果から本地区の岩塩(NaCl 90%以上)の比重は2.2を採用する。

1-3 採掘対象地区の選定

1-3-1 採掘対象地区

Bannet Narong地区の採掘対象地区を次のとおり選定した。

1. 採掘対象岩塩層：S-area Halite-A層
2. 採掘範囲：中央部地区(5,262,555 m²)
3. 採掘レベル：海拔61 m～73 m

これらを選定した理由は次のとおりである。

S-area Halite-A層の選定

すでに述べたように本地区の岩塩層は3層に区分することができる。このうちS-area Halite-A層は中央部地区で弱いドーム構造を呈しており、層厚も大で安定した賦存状況を呈している。

また、品質的にはS-area Halite-A層がD-area Halite-A層およびHalite-B層に比べて優れている。(表Ⅲ-3)

採掘範囲の選定

S-areaは図Ⅲ-11にみられるとおりの分布を示しているが、南東側には800m×1,500mの沼があること、また試錐1.3孔、2.2孔の岩塩層はSO₄の含有値が高いことなどから採掘対象地区を本地区の中央部に選定した。

採掘レベルの選定

地質構造とくに上盤の地質状況、採掘規模、経済性などから海拔61m~73mの間を採掘レベルとして選定した。この選定について、詳細は2-2および4-1に述べる。

1-3-2 採掘対象岩塩層の品質

採掘対象岩塩層として選定したS-area Halite-A層の塩主成分の平均値は次のとおりである。

H ₂ O :	0.13%	I. M :	0.51%	Ca :	0.44%
Mg :	0.01%	K :	0.01%	SO ₄ :	1.04%
NaCl :	97.39%				

この平均品位の算出は採掘対象地区内に実施した5本の試錐から採取した212箇(I.M.およびH₂Oは109箇)の岩塩試料の平均値である。

採掘対象レベルは前述のとおり海拔61m~73mであってS-area Halite-Aの上部に位置しているが、試錐によるS-area Halite-Aの分析値は特定の垂直分布傾向を示していないので全分析値の平均を採掘対象地区の品質とした。

平均値を算出するために使用した各試錐孔の分析値データは次のとおりである。

Drilling	Ca		Mg		K		SO ₄		NaCl		H ₂ O		I. M		N
	\bar{x}	S.D	\bar{x}	S.D	\bar{x}	S.D	\bar{x}	S.D	\bar{x}	S.D	\bar{x}	S.D	\bar{x}	S.D	
RS1.6	0.60	0.232	0.024	0.0105	0.020	0.0328	1.34	0.514	96.22	1.370	-	-	-	-	40
RS2.5	0.48	0.204	0.034	0.0250	0.012	0.078	1.21	0.424	97.45	1.243	-	-	-	-	44
RS2.9	0.43	0.143	0.019	0.0087	0.058	0.2063	0.82	0.283	97.05	0.955	-	-	-	-	19
RS2.20	0.33	0.130	0.003	0.0009	0.006	0.0012	0.78	0.330	97.69	1.006	0.19	0.129	0.72	0.524	46
RS2.21	0.41	0.141	0.003	0.0015	0.007	0.0017	0.99	0.354	97.98	0.701	0.09	0.026	0.35	0.240	63
Average	0.44		0.010		0.011		1.04		97.39		0.13		0.51		Total 212

\bar{x} : Mean Value S.D : Standard deviation

N : Number of analyses

試錐孔から採取した岩塩試料の一部には、選定した採掘レベルより深層に賦存する岩塩にはSO₄含有値が低い部分があることを示唆するものがある。しかしながらこの傾向が優勢か否かを決定するに足るだけの試料がない。従って、生産される岩塩の品質は上記平均値をもって想定した。

1-3-3 採掘対象岩塩の鉱量

選定された採掘対象区域に対する埋蔵鉱量および採掘可能鉱量は次のように算出した。

	Area (m ²)	Height (m)	Volume (m ³)	S.G	Reserves (tons)
A, Halite Reserve of Mining Zone	5,262,555	12	63,150,660	2.2	138,931,452
B, Actual Minable Halite	1,404,593	12	16,855,116	2.2	37,081,255
C, Ratio(B/A×100)					26.69%

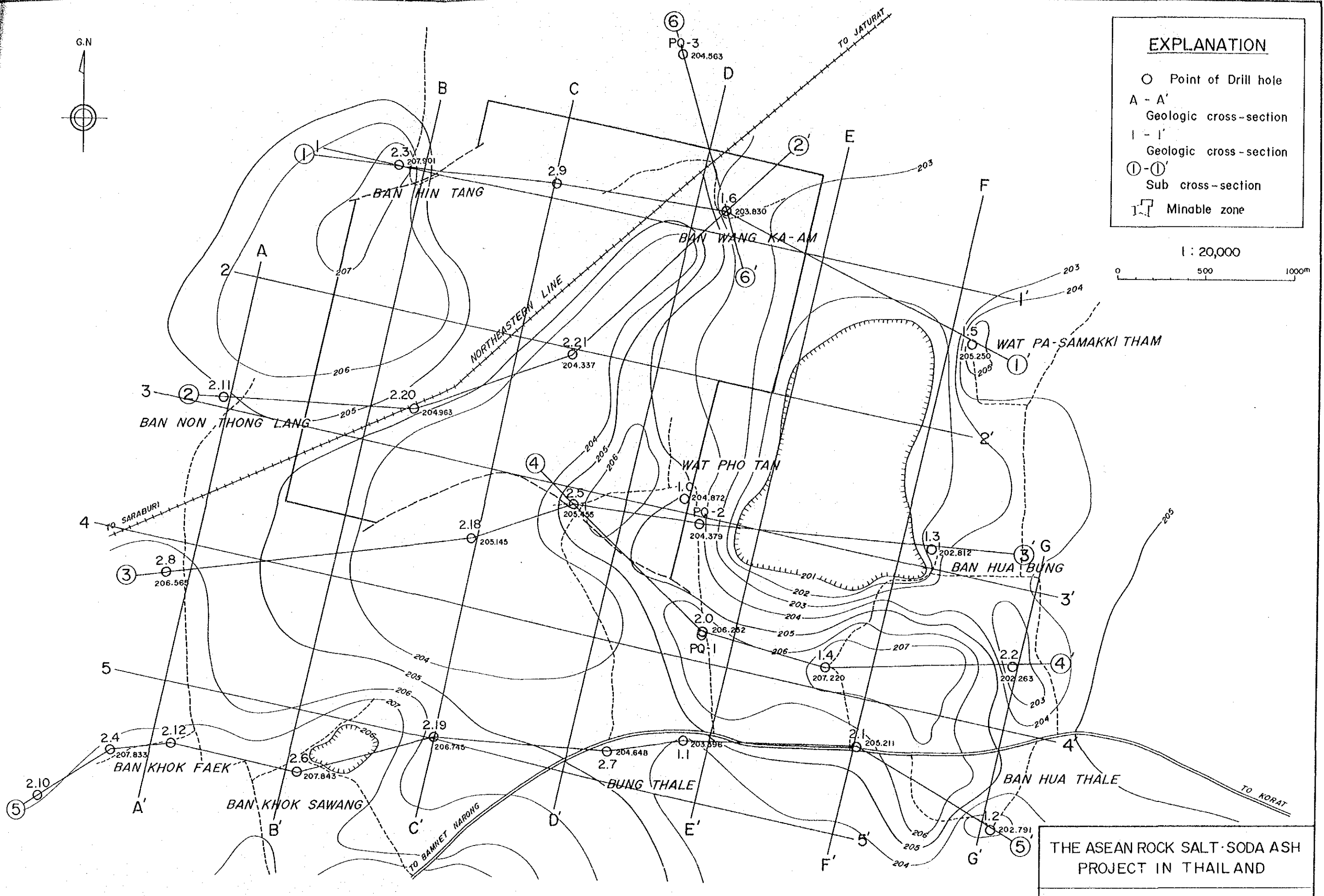
採掘対象区域の埋蔵鉱量 (Halite Reserve of Mining Zone) は採掘対象区域に採掘高を乗じて算出した。従って、ここに計上された埋蔵鉱量は限定された区域の埋蔵鉱量であって一般に言う地質的な埋蔵鉱量とは異なる。

採掘可能鉱量 (Actual Minable Halite) は採掘対象区域埋蔵鉱量のうち保護鉱柱などを除いた可能採掘量である。採掘方法、規格などについては4-2に詳述する。

本採掘対象区域の採掘可能鉱量は上に示すとおり37.1百万トンと算定され、本調査団が提案する岩塩の採掘規模(1.2百万トン/年)に対して約30年分の鉱量に相当する。

この採掘可能鉱量は、仮に岩塩開発中に不測要素による切羽の変更や、増設などの必要が生じた場合でも充分に対応できる余裕を保持しており、1.2百万T/年規模の岩塩採掘を計画するのに十分な鉱量である。

さらに将来、採掘対象区域を下方および北側に増設することが対象岩塩鉱床の構造上可能であり、これらのことを考慮するならば本地区の鉱量は膨大なものと言えることができる。



EXPLANATION

- Point of Drill hole
- A - A' Geologic cross-section
- 1 - 1' Geologic cross-section
- ① - ①' Sub cross-section
- ┌─┐ Movable zone

1 : 20,000
 0 500 1000m

Fig. III-6. Topographic map of Bamnet Narong Rock Salt deposit

THE ASEAN ROCK SALT · SODA ASH PROJECT IN THAILAND

Topographic map of Bamnet Narong Rock Salt deposit

JICA FIG. III - 6

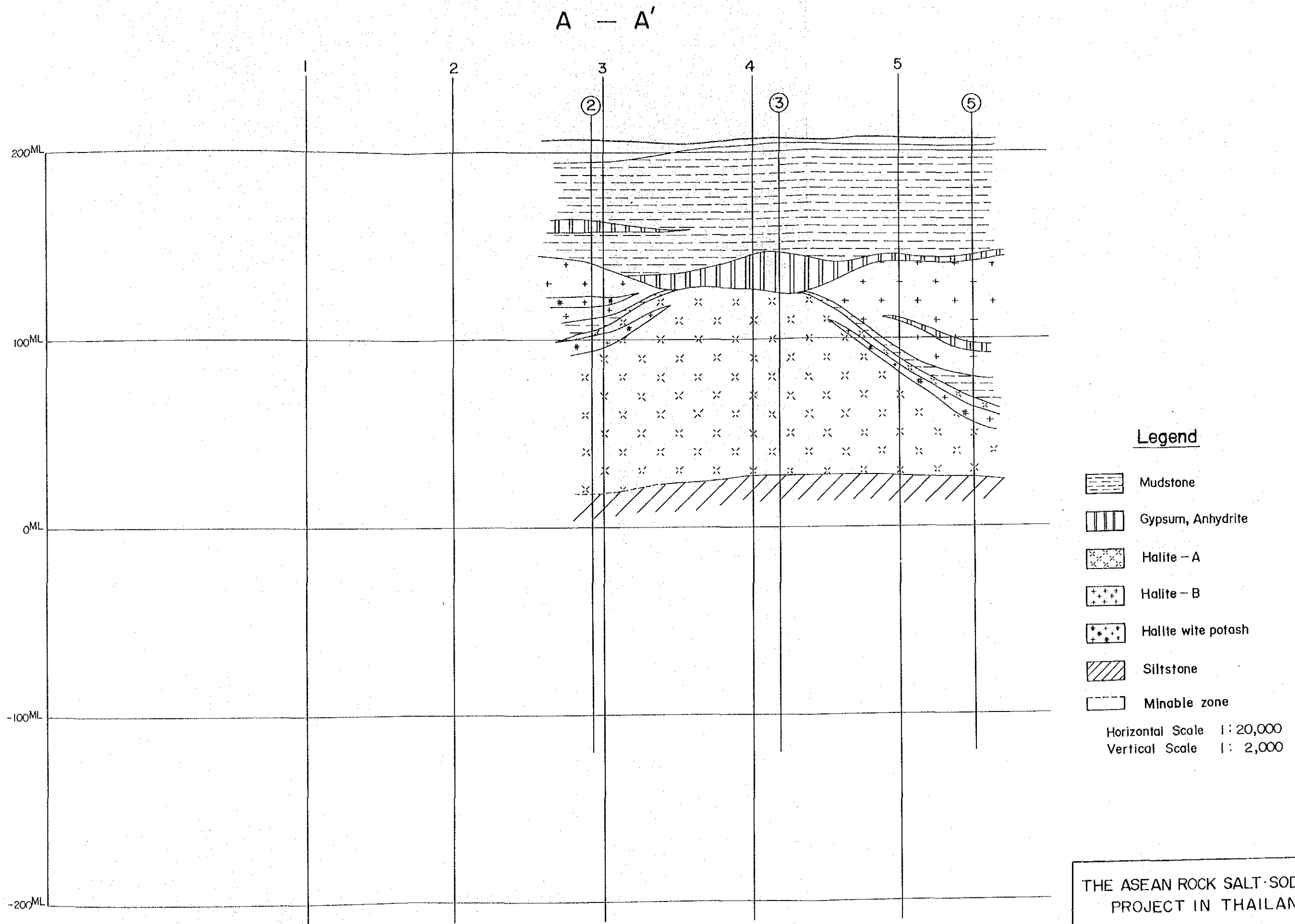
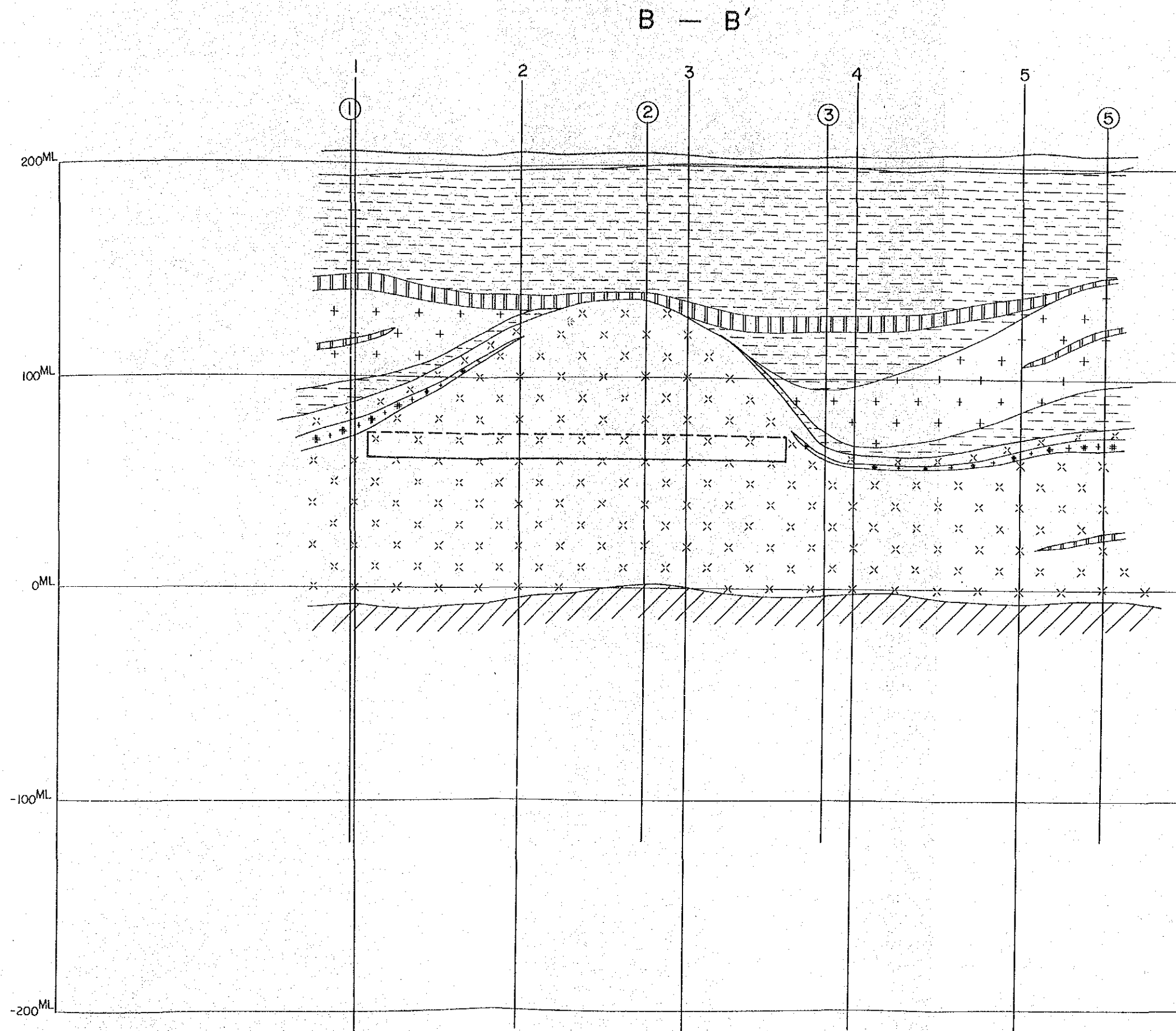


Fig. III-7 (a). Schematic profile of the rock salt bed at Bamnet Narong (Along A-A' Fig. III-6)

THE ASEAN ROCK SALT-SODA ASH PROJECT IN THAILAND	
Schematic profile of the rock salt bed at Bamnet Narong (Along A-A' Fig. III-6)	
J I C A	FIG. III-7 (a)

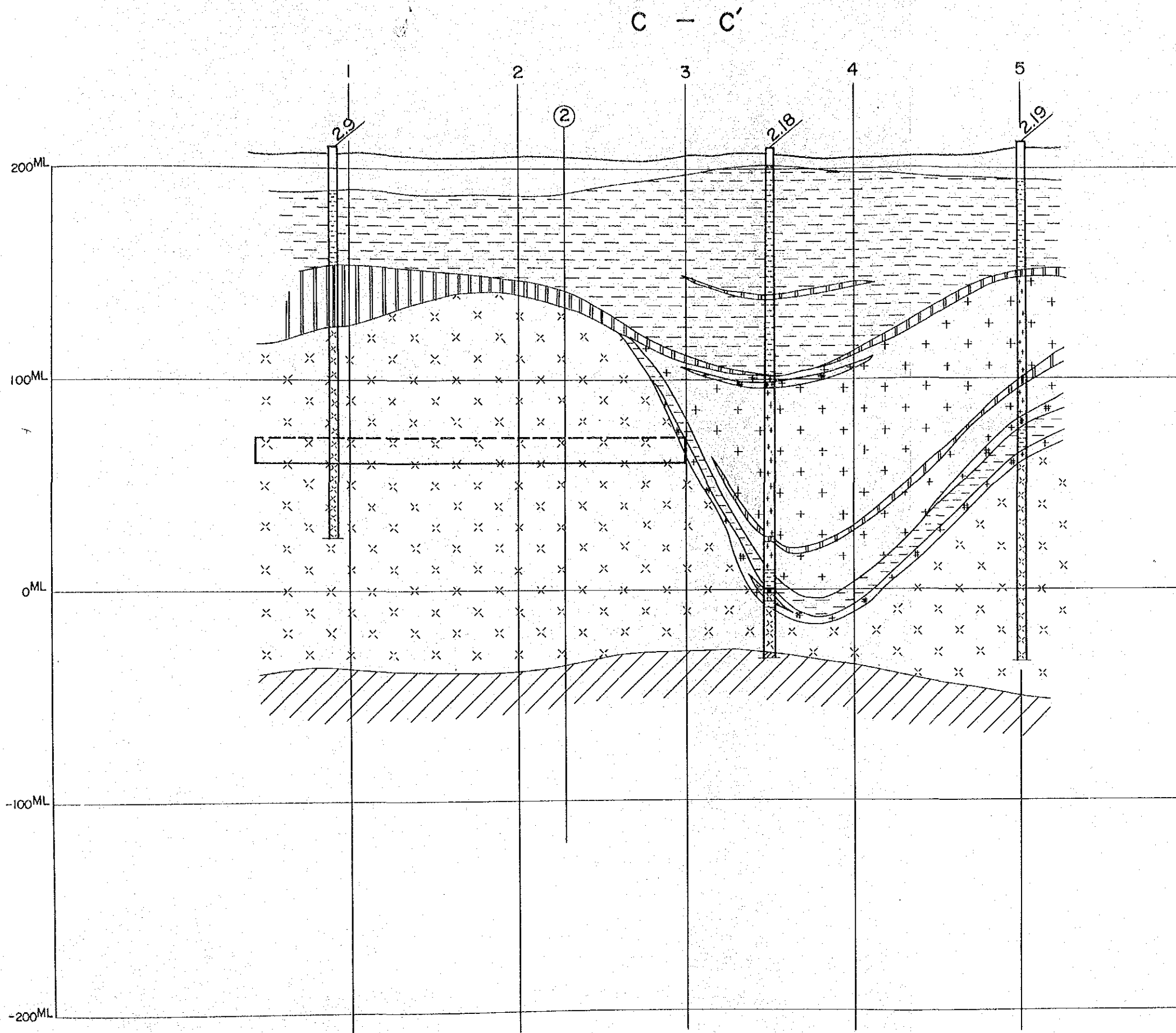


For legend, see Fig. III-7(a)

Horizontal Scale 1 : 20,000
 Vertical Scale 1 : 2,000

Fig. III-7 (b). Schematic profile of the rock salt bed at Bamnet Narong (Along B - B' Fig. III-6)

THE ASEAN ROCK SALT SODA ASH PROJECT IN THAILAND	
Schematic profile of the rock salt bed at Bamnet Narong (Along B-B' Fig. III-6)	
J I C A	FIG. III-7 (b)



For legend, see Fig. III-7(a)

Horizontal Scale 1: 20,000
Vertical Scale 1: 2,000

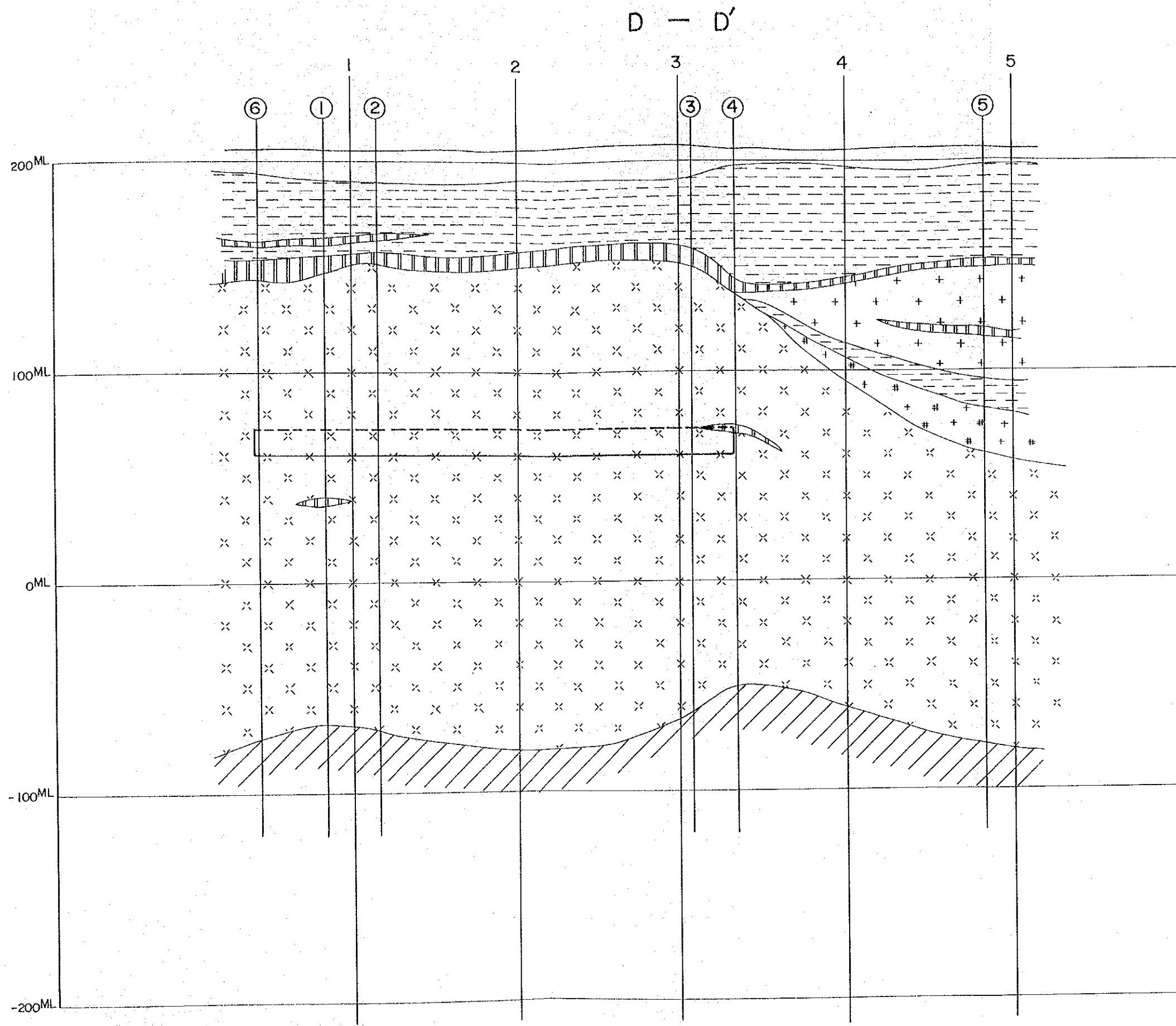
Fig. III-7(c). Schematic profile of the rock salt bed at Bamnet Narong (Along C-C' Fig. III-6)

THE ASEAN ROCK SALT SODA ASH
PROJECT IN THAILAND

Schematic profile of the rock salt bed
at Bamnet Narong (Along C-C' Fig. III-6)

JICA

FIG. III-7(c)



For legend, see Fig. III-7(a)

Horizontal Scale 1 : 20,000
Vertical Scale 1 : 2,000

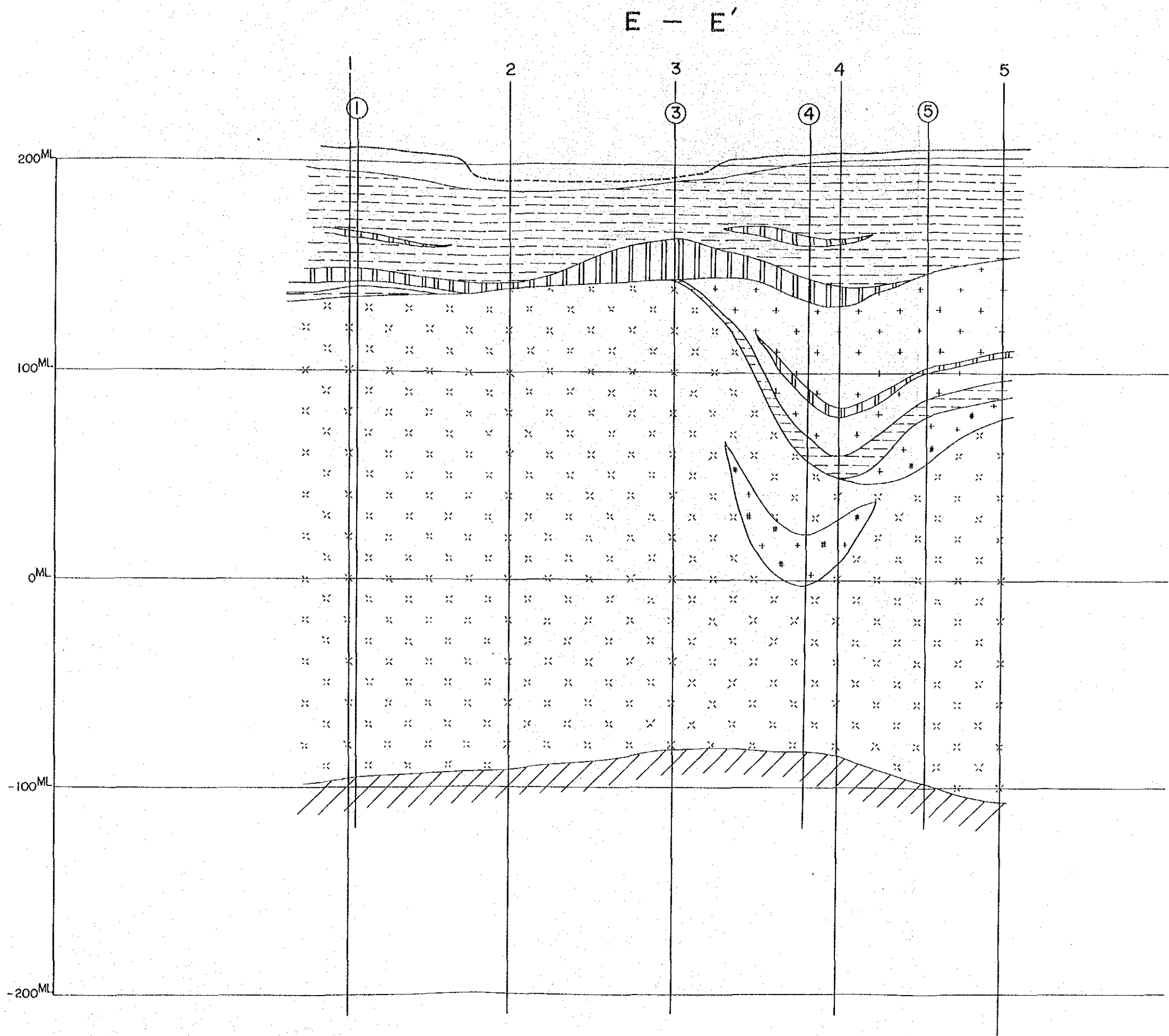
Fig. III-7 (d). Schematic profile of the rock salt bed at Bamnet Narong (Along D - D' Fig. III-6)

THE ASEAN ROCK SALT · SODA ASH
PROJECT IN THAILAND

Schematic profile of the rock salt bed
at Bamnet Narong (Along D - D' Fig. III-6)

J I C A

FIG. III-7 (d)

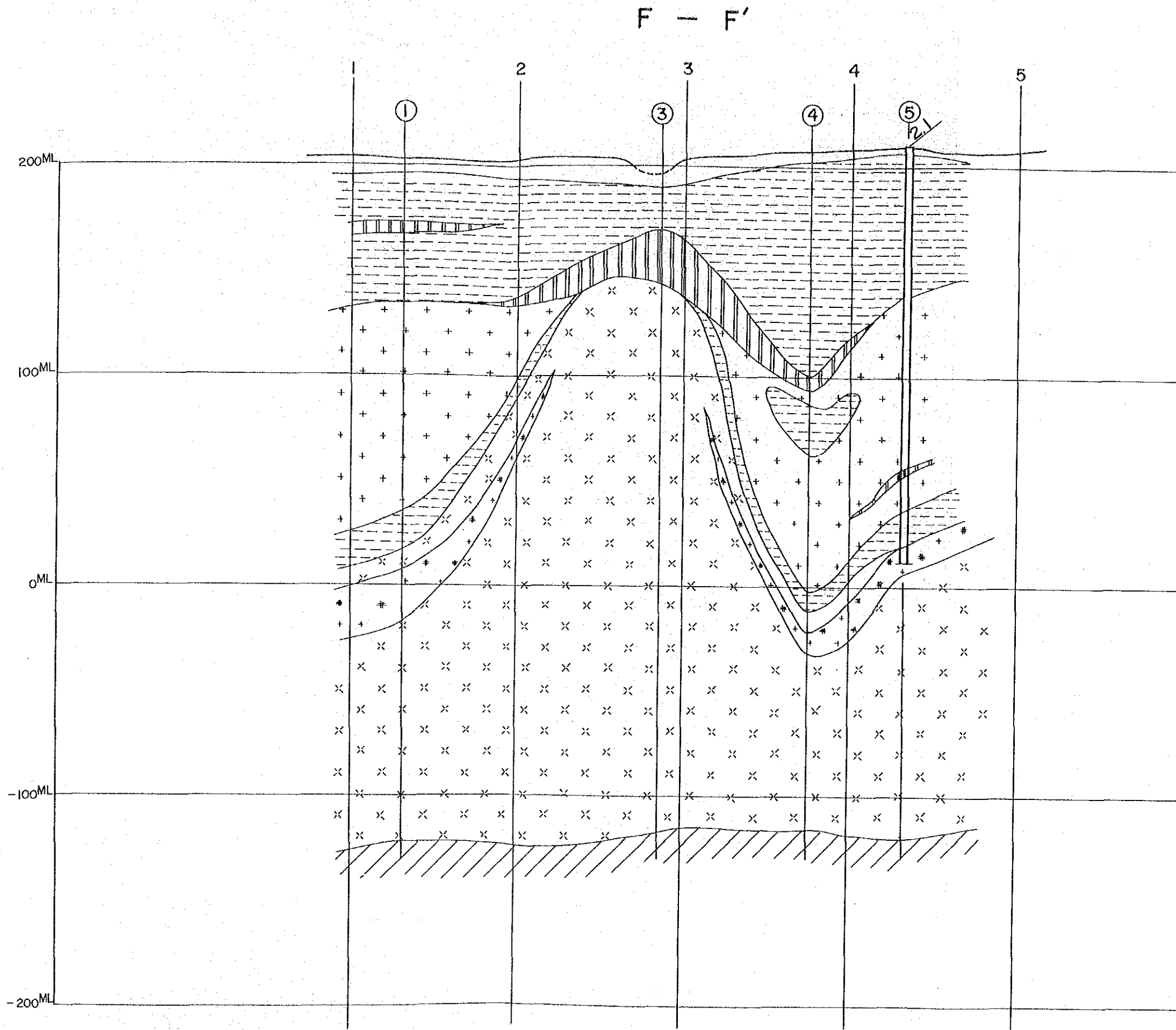


For legend, see Fig. III-7(a)

Horizontal Scale 1:20,000
Vertical Scale 1:2,000

Fig. III-7 (e). Schematic profile of the rock salt bed at Bamnet Narong (Along E - E' Fig. III-6)

THE ASEAN ROCK SALT · SODA ASH PROJECT IN THAILAND	
Schematic profile of the rock salt bed at Bamnet Narong (Along E-E' Fig. III-6)	
JICA	FIG. III-7. (e)

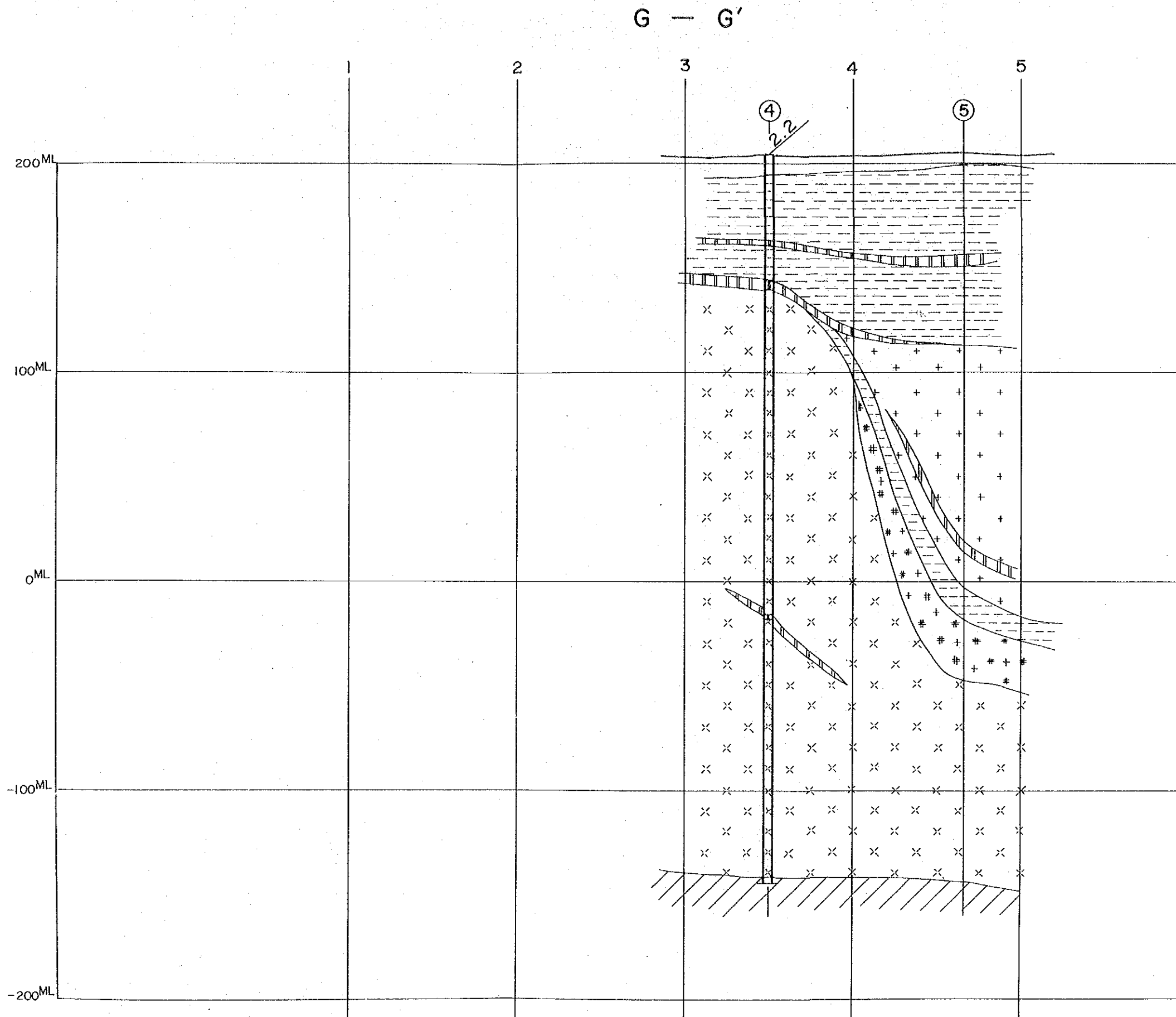


For legend, see Fig. III-7(a)

Horizontal Scale 1 : 20,000
Vertical Scale 1 : 2,000

Fig. III-7 (f). Schematic profile of the rock salt bed at Bamnet Narong (Along F-F' Fig. III-6)

THE ASEAN ROCK SALT · SODA ASH PROJECT IN THAILAND	
Schematic profile of the rock salt bed at Bamnet Narong (Along F-F' Fig. III-6)	
J I C A	FIG. III-7. (f)



For legend, see Fig. III-7(a)

Horizontal Scale 1 : 20,000
 Vertical Scale 1 : 2,000

Fig. III-7 (g). Schematic profile of the rock salt bed at Bamnet Narong (Along G - G' Fig. III-6)

THE ASEAN ROCK SALT · SODA ASH PROJECT IN THAILAND	
Schematic profile of the rock salt bed at Bamnet Narong (Along G-G' Fig. III-6)	
J I C A	FIG. III-7 (9)

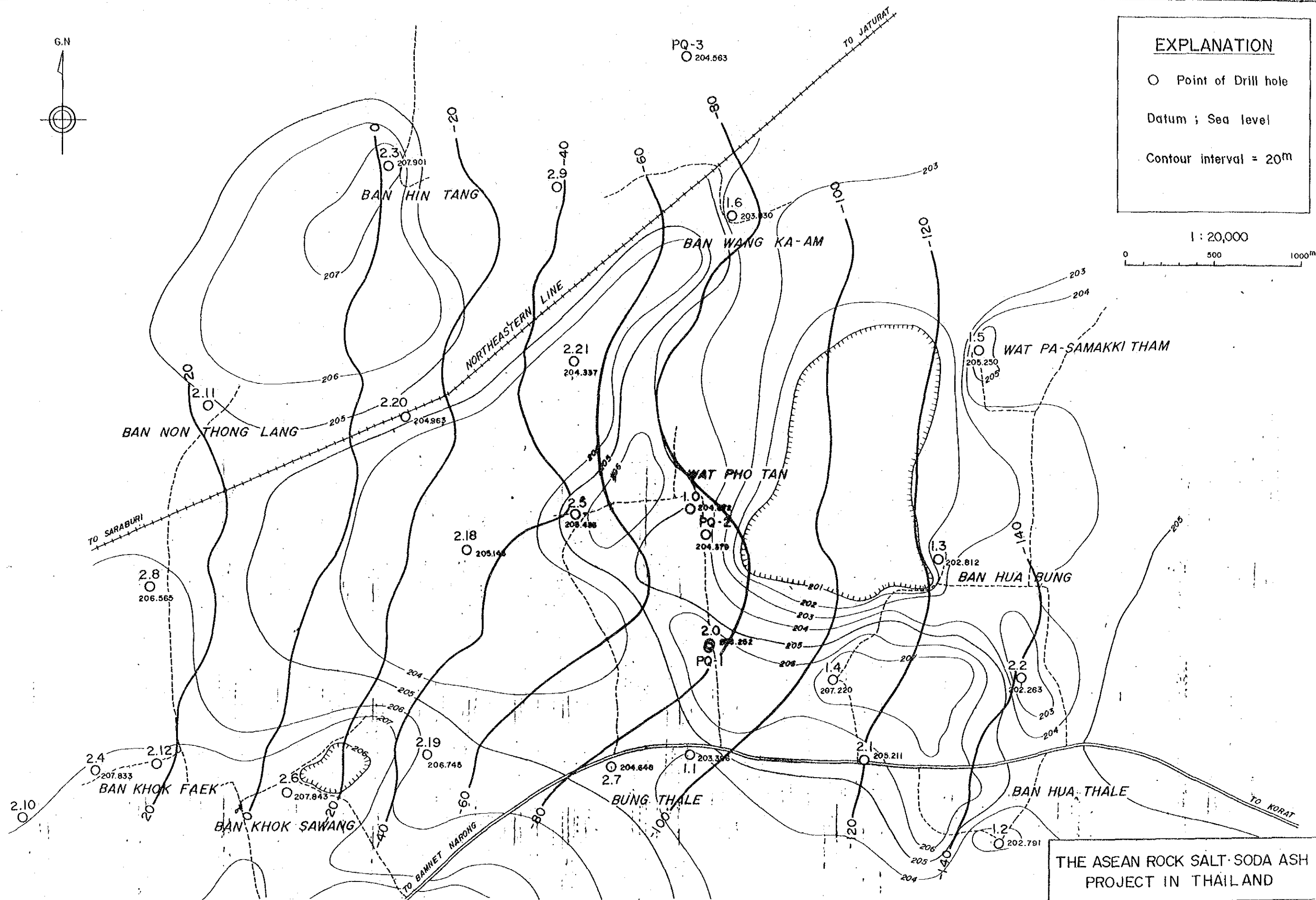


Fig. II-8. Structure map on base of Halite - A bed at Bamnet Narong

THE ASEAN ROCK SALT · SODA ASH
PROJECT IN THAILAND

Structure map on base of Halite - A
bed at Bamnet Narong

JICA | FIG. II-8

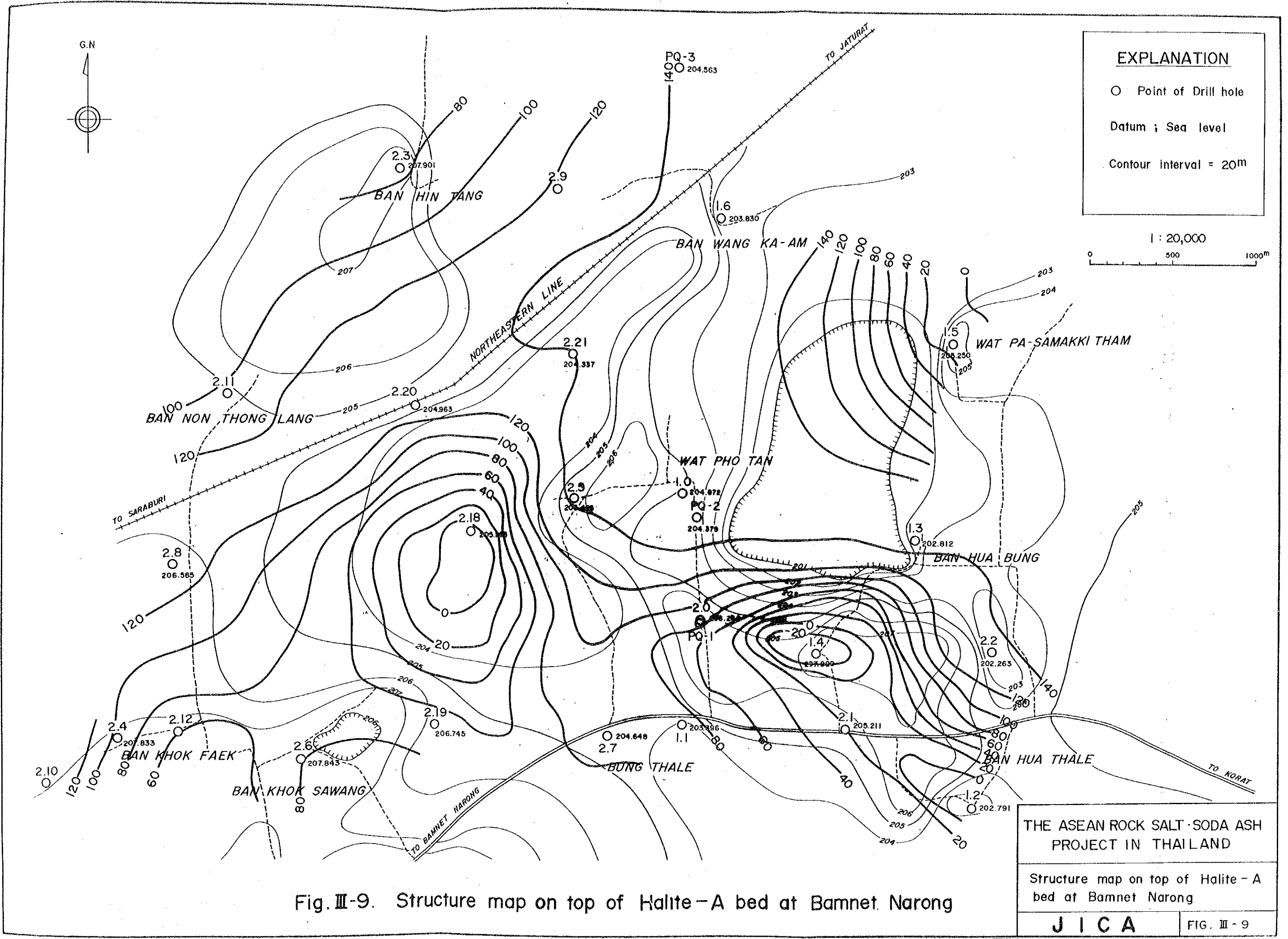


Fig. III-9. Structure map on top of Halite - A bed at Bamnet Narong

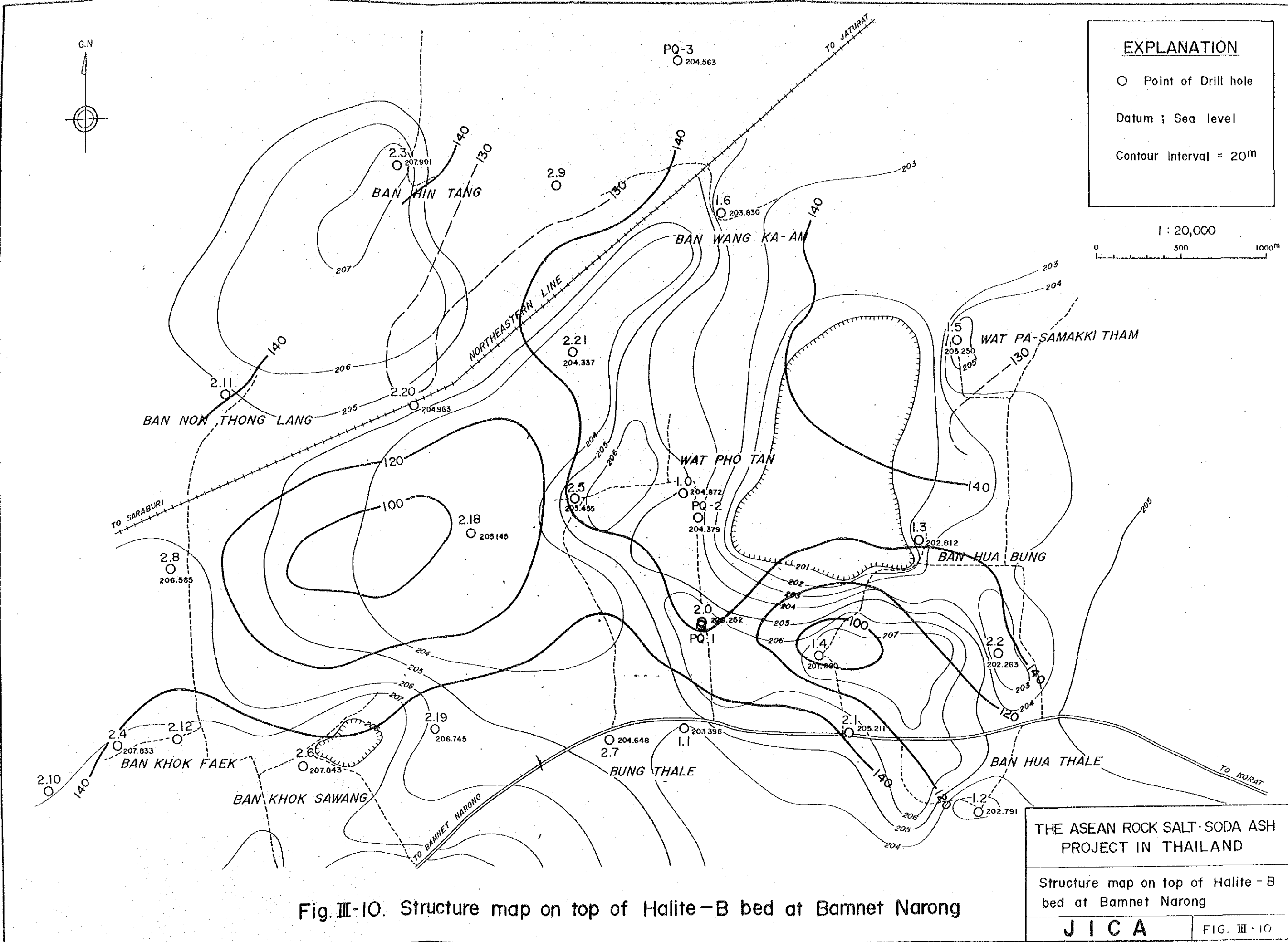


Fig. III-10. Structure map on top of Halite-B bed at Bamnet Narong

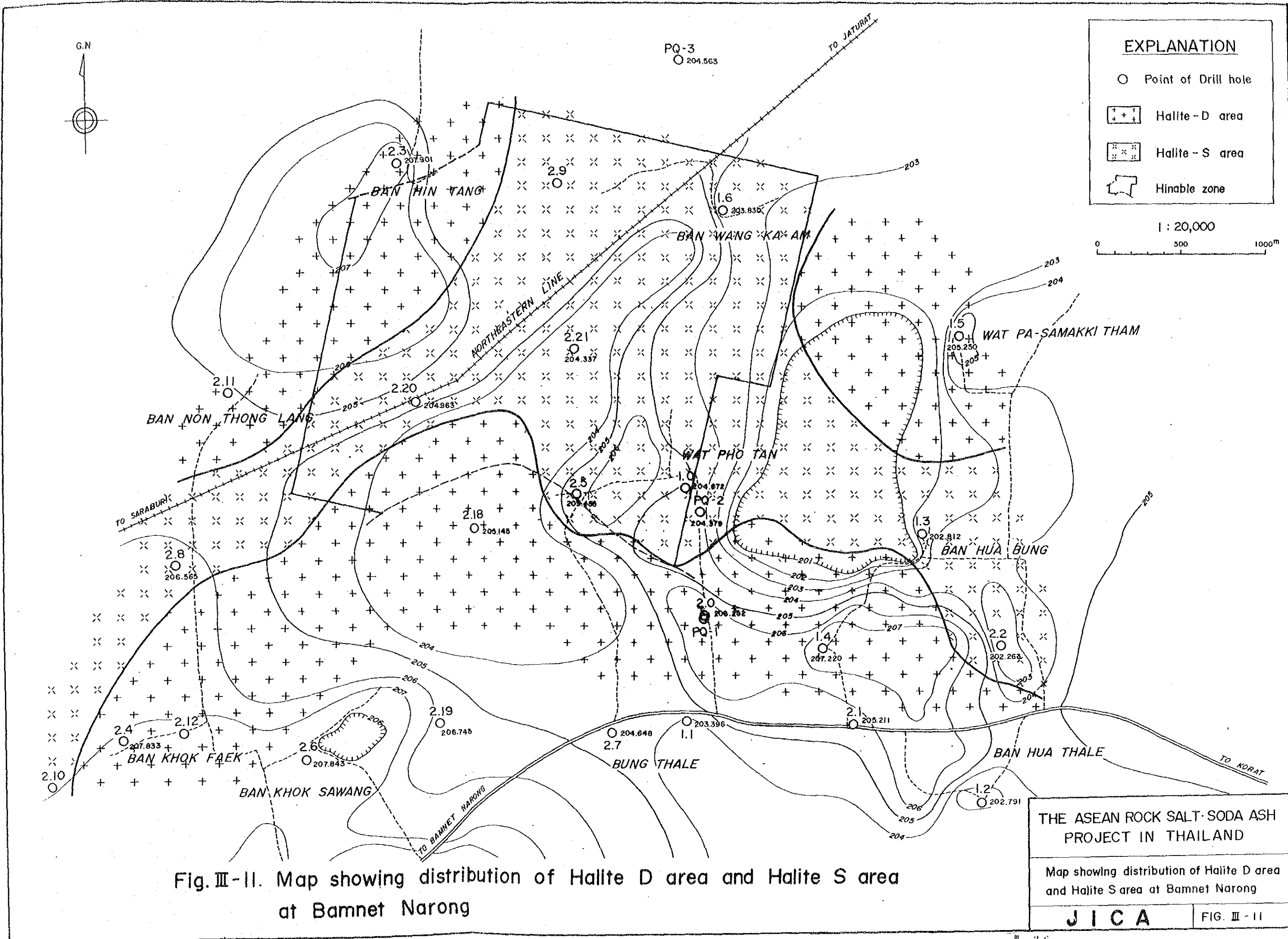


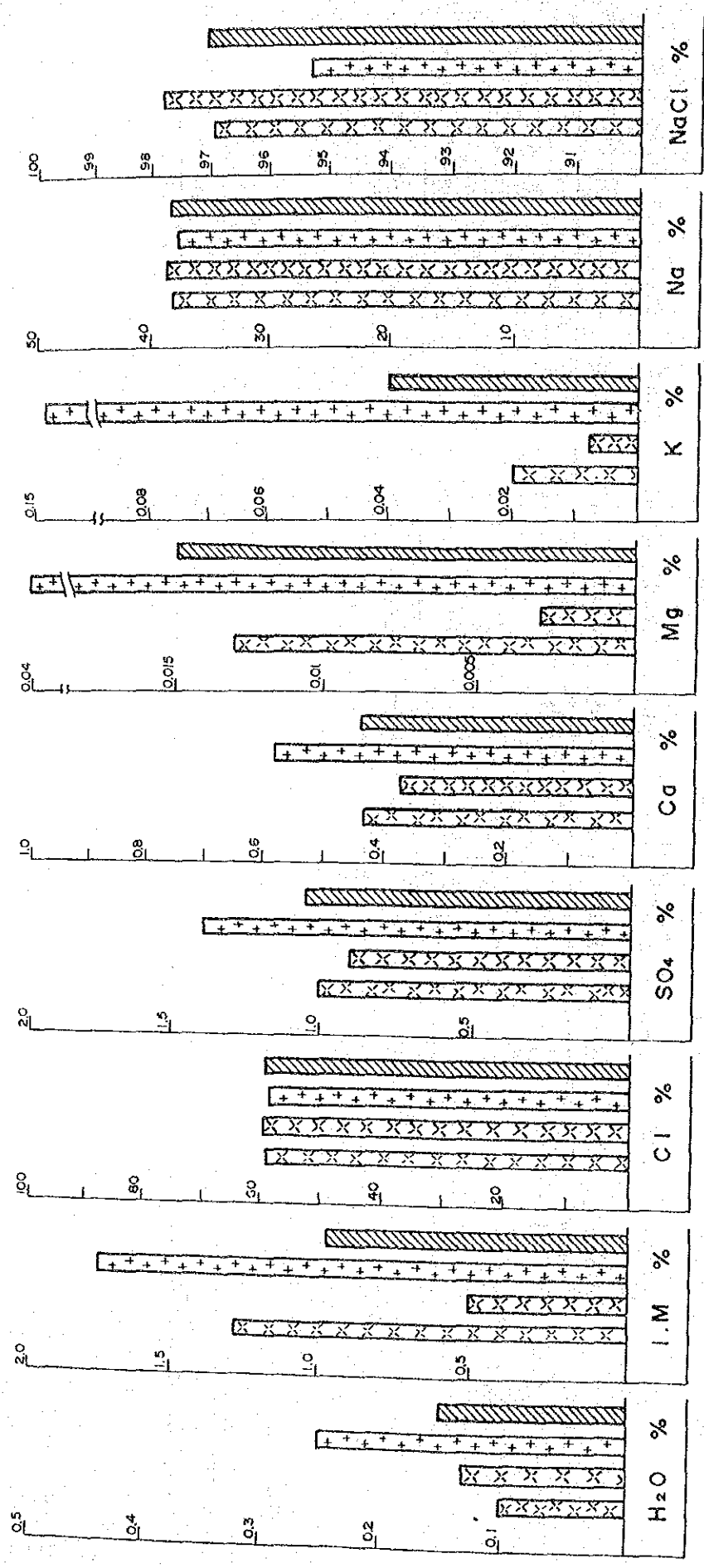
Fig. III-II. Map showing distribution of Halite D area and Halite S area at Bamnet Narong

Table III-3 CALCULATION RESULT OF THE CONTENTS OF CHEMICAL COMPONENT OF
ROCK SALT FROM ADDITIONAL DRILLING CORE AT BAMNET NARONG

	H ₂ O	I.M	Cl	SO ₄	Ca	Mg	K	Na	NaCl	N
RS 2.18	0.19%	1.04%	58.90%	1.03%	0.44%	0.032%	0.05%	38.08%	96.79%	8
RS 2.19	0.08	1.36	58.87	1.01	0.42	0.008	0.02	38.14	96.96	31
Average	0.10	1.29	58.88	1.01	0.43	0.013	0.02	38.13	96.92	Total 39
Halite - A										
RS 2.20	0.19	0.72	59.30	0.78	0.33	0.003	0.006	38.43	97.69	46
RS 2.21	0.09	0.35	59.48	0.99	0.41	0.003	0.007	38.55	97.98	63
Average	0.13	0.51	59.40	0.90	0.37	0.003	0.007	38.50	97.86	Total 109
Average	0.12	0.71	59.26	0.93	0.39	0.006	0.01	38.40	97.61	Total 148
Halite - B										
RS 2.18	0.21	1.65	58.37	1.26	0.52	0.040	0.16	37.68	95.77	30
RS 2.19	0.30	1.94	57.55	1.62	0.68	0.045	0.11	37.15	94.45	19
Average	0.25	1.76	58.05	1.40	0.58	0.042	0.14	37.47	95.24	Total 49
Average	0.15	0.97	58.96	1.05	0.44	0.015	0.04	38.17	97.02	Total 197

I.M; Water-insolubles

N; Number of analysis



Halite - A in D - area,
 Halite - A in S - area,
 Halite - B,
 All Halite

Fig.II-12. Average contents of rock salt components of Bamnet - Narong

(Refer to calculation in Table 4.5)

Table III-4 RESULT OF SPECIFIC GRAVITY MEASUREMENT

Test Price No.	Locality	Dimension		Specific Gravity	Test Price No.	Locality	Dimension		Specific Gravity
		Diameter (mm)	Length (mm)				Diameter (mm)	Length (mm)	
18-3	RS. 18, Halite B	85.20	176.0	2.2	18-1	RS. 19, Halite A	85.10	44.3	2.2
4	ditto	85.15	175.2	2.2	18-2	ditto	85.10	47.1	2.2
7	ditto	85.00	177.0	2.2	18-3	ditto	85.30	45.2	2.1
8	ditto	85.00	174.5	2.2	14	ditto	39.75	71.7	2.1
18	RS. 18, Halite A	84.80	165.3	2.2	20-5	RS. 20, Halite A	85.00	178.50	2.2
19	ditto	85.20	177.2	2.2	6	ditto	85.00	175.60	2.2
20	ditto	85.25	176.6	2.2	14	ditto	85.20	174.10	2.2
21	ditto	85.20	177.5	2.2	15	ditto	85.30	173.50	2.2
3-1	RS. 18, Halite B	85.00	45.8	2.2	18	ditto	85.00	173.50	2.1
4-1	ditto	85.20	45.4	2.2	19	ditto	84.95	174.50	2.2
4-2	ditto	85.20	45.9	2.2	5-1	ditto	84.80	44.40	2.3
7-1	ditto	85.20	41.5	2.2	5-2	ditto	85.00	47.40	2.2
7-2	ditto	85.20	47.0	2.2	6-1	ditto	85.00	43.50	2.1
8-1	ditto	85.10	46.6	2.2	6-2	ditto	85.00	44.10	2.2
8-2	ditto	85.20	45.0	2.3	14-1	ditto	85.50	45.30	2.1
18-1	RS. 18, Halite A	85.30	47.0	2.2	14-2	ditto	84.50	47.00	2.2
18-2	ditto	85.30	44.8	2.2	15-1	ditto	85.00	46.70	2.2
18-3	ditto	85.30	48.9	2.0	15-2	ditto	85.00	47.00	2.1
18-6	ditto	39.75	89.4	2.2	18-1	ditto	85.00	42.00	2.2
19-1	ditto	85.30	47.9	2.2	18-2	ditto	85.00	41.00	2.2
19-2	ditto	85.30	41.1	2.2	19-1	ditto	85.00	46.80	2.2
20-1	ditto	85.10	44.9	2.2	19-2	ditto	85.00	44.60	2.2
20-2	ditto	85.30	44.7	2.2	21-7	RS. 20, Halite A	49.30	93.7	2.1
21-1	ditto	85.10	44.0	2.2	8	ditto	49.40	103.9	2.1
21-2	ditto	85.30	45.0	2.2	9	ditto	49.30	83.2	2.1
19-4	RS. 19, Halite B	85.00	175.50	2.2	11-1	ditto	49.30	90.2	2.1
5	ditto	85.00	175.50	2.2	24	ditto	49.40	77.3	2.1
9	ditto	85.10	177.40	2.2	25	ditto	49.40	102.8	2.1
10	ditto	85.00	175.20	2.2	32	ditto	49.20	97.7	2.1
15	RS. 19, Halite A	85.30	176.20	2.2	11	ditto	49.40	100.75	2.1
16	ditto	85.20	137.90	2.2	13	ditto	49.30	66.55	2.1
17-1	ditto	85.00	127.00	2.2	10-1	ditto	49.30	96.70	2.2
17-2	ditto	85.00	166.50	2.2	10-2	ditto	49.30	95.60	2.2
18	ditto	85.20	176.40	2.2	12-1	ditto	49.30	99.0	2.2
4-1	RS. 19, Halite B	85.00	44.60	2.2	15-2	ditto	49.30	97.95	2.2
4-2	ditto	85.30	44.80	2.2	7-1	ditto	49.30	95.00	2.2
5-1	ditto	85.20	44.10	2.1	20-2	ditto	49.30	99.00	2.2
5-2	ditto	85.10	50.70	2.3	21-2	ditto	49.30	104.40	2.2
9-1	ditto	85.20	44.10	2.1	17-1	ditto	49.30	99.65	2.1
9-2	ditto	85.10	44.70	2.3	18-2	ditto	49.30	97.55	2.1
10-1	ditto	85.20	44.70	2.2	14-2	ditto	49.00	104.40	2.2
10-2	ditto	85.10	44.00	2.2	16-1	ditto	49.00	103.40	2.2
15-1	RS. 19, Halite A	85.20	44.60	2.2					
15-2	ditto	85.20	46.10	2.2					
16-1	ditto	85.20	49.80	2.0					

第2章 岩塩鉱山用地の選定

2-1 採掘区域

1-3の結論にみられるように、品質の面ならびに鉱床の構造等からみて、S-areaのHalite-A層を採掘対象とする。(Halite-A層の水平分布については、図Ⅲ-11を参照されたい。)

2-2 採掘レベル

採掘レベルは出来る限り地表に近い方が望ましい。一方、採掘による地表沈下や予測せざる地表水の進入を防ぐためには、ある厚さの岩塩を水平鉱柱として設定する必要がある。水平鉱柱の厚さは、既に得られている岩塩の物性値^(注1)を基礎として岩石力学的に計算で求めた。詳細は付録Ⅲ-1を参照されたい。

表土の厚さを、図Ⅲ-7から安全サイドに8.4mと仮定し、安全率を4とすると水平鉱柱の厚さは4.5mが必要となる。すなわち、地表から採掘レベルの天盤まで8.4+4.5=12.9mが必要である。地表標高が、海拔202mなので、採掘レベルの天盤の標高は海拔73mである。

2-3 鉱山用地の選定

本計画の対象とした採掘区域内で鉱山用地を選定する際、以下の点に留意した。

1. 洪水の場合でも坑内へ水が侵入する事のないよう高地に位置すること。
2. 引込線が設けられる状況であること。
3. 在来民家を移転する必要のないこと。
4. 国道に近接していること。

上記の要件を満す場所として、図Ⅲ-1およびⅢ-13に示した、国道沿いの場所を選定した。

2-4 鉱山社宅用地

鉱山社宅用地は、鉱山用地の隣接地を選定した。社宅用地と鉱山用地との間には既存の道路がある。この既存道路は周辺部落への唯一の道路であることから、鉱山専用道路として独占することはできないが、この道路は操業開始後、国道から鉱山までの接続道路として利用するほか、社宅への通路として利用する計画である。

(注1) 第1次評価調査報告書 第4章 JICA 1980年8月

第3章 生産規模

3-1 生産量

市場調査の結果ならびにソーダ灰工場の岩塩必要量からみて、岩塩生産量として最低1.2百万T/年が見込まれる。

この生産計画に従って岩塩鉱山の基準採掘規模を1方2,000T(販売用岩塩)とした。年間300日稼働、1日2万操業として、年間基準採掘規模は1.2百万T/年となる。もしこの規模を上回る数量の販売が可能になった場合は、1日3万操業を実施すれば、年間1.8百万Tまでの生産が可能である。

この場合も1日当りの操業時間が延長されるだけで1方当りの生産量は変わらないので、年産量1.2百万Tを基準にして設置した諸設備はそのまま使用できる。

生産量が1.8百万Tに増えた場合の追加投資は、従業員用の社宅増強工事のみとなる。

従って、本編では1.2百万T/年の生産量を基準にして以下諸施設の説明を行うが、これらの設備能力は1.8百万T/年の生産量に見合うものとみてよい。

3-2 採掘量

4-3(3)に示した根拠により廃石率を20%とした。従って上記数量の販売用岩塩を確保するためには1.25倍の粗鉱を採掘する必要がある。

3-3 銘柄

販売する岩塩の銘柄は1種類とし、その粒度は取扱い中の居付きや粉塵を防止するため、1.2mm以上、1.5mm以下に揃えることにした。

生産品位については、1-3-2に示したS-areaのHalite-A層の塩主成分平均品位に基づき、かつ4-1に述べる破碎、篩分け過程での処理を考慮して、次のとおり想定した。

成 分	設 定 品 位
水 分	0.1%~0.2%
水 不 溶 解 分	0.5%以下
SO ₄	1.0%以下
Ca	0.4%以下
Mg	0.08%以下
K	0.001%以下
NaCl	97%以上

ただし、分析用試料点数が限定されていたため、上記の想定品位は確定的なものではないことを付記する。一部の試料には、ここに提案した採掘レベルより深層により純度の高い岩塩が賦存することを示唆するものがある。もちろん、これをもって直ちにかかる傾向を確証することは出来ないが、タイ国政府担当局において追加試料の収集および分析を行い、その上で岩塩品位ならびに採掘レベルを最終決定されるよう提言する。

第4章 鉱山の設計

4-1 概 説

生産・販売される岩塩は、3-3に記述のとおり、1.2 mm以上15 mm以下の粒度に揃える。

岩塩層中に数十センチの幅で存在する硬石膏は、生産される岩塩商品の塩主成分を下げ、一方では不溶解残渣成分(I.M)を高くする一因となる。しかし採掘段階で硬石膏の存在が判っていても、切羽では取除く方法はない。硬石膏はHalite-Aに比較すると硬度が高く、難破碎性であると思われる。そこでこの性質を利用し、破碎、篩分けプラントで篩分ける際に、15 mm以上のものは商品としないで、廃石として処理することにより、若干でもI.M.成分を下げる計画である。

地表下80 m以下に存在するHaliteを地上に運び出す方法には大別して二つの方法がある。すなわち立坑によるスキップ運搬と、斜坑によるベルトコンベアー運搬の方法である。両者の得失を比較すると以下のとおりである。

	立坑による方法	斜坑による方法
工事作業量	少	多
工事単価	大	小
工事の難易度	難	易
設備費	高	安
保全費	高	安
重機の搬入	難	易

総合的に判断すると、深度140 mの場合は、斜坑方式が有利である。従ってトラックレスマイニングを前提とし、入気用斜坑、排気用斜坑の2本を開坑することを提案する。

ベルトコンベアーは排気用斜坑に設け、人員昇降や資材運搬には入気用斜坑を利用する計画である。

採掘域は322 m×610 mの大きさを1単位として分割し、鉱面と鉱面の間に幅70 mのBarrier Pillarを設定する。従って、鉱面内の採掘対象面積は、252 m×540 mである。Barrier Pillarを設定した目的は、

- (1) 主要坑道を不測の崩壊から守ること。
- (2) 採掘の進歩に伴って発生する応力集中により、主要坑道が崩壊することを防ぐ。
- (3) 万一出水や地表水の侵入があった場合、水没地域を最小限にとどめること。

である。

鉱画内に設定される切羽の幅および鉱柱幅は、岩石力学的計算から求め、各々12 m、3.4 mとした。(付録Ⅱ-1参照)切羽高は、鉱柱が長柱とされない範囲内でかつ安全に作業出来ることを考え、12 mに設定した。

切羽における採掘は、発破による方法を採用する計画である。発破を用いなくて、機械的に切削するContinuous Miner法があるが、発破法と比べると、初期投資額(約860千US\$)が高く発破法による場合の投資額の約4.6倍を要する。また粉化率が高いため取扱量が大きくなるという欠点があり岩塩採掘には適していない。各国の例を見ても、Continuous Miner法は採用していない例が多い。(注1)

穿孔作業に先立って切羽の盤際カッティングマシンにより5インチの厚さにアンダーカットし、切削された空間を自由面として打落とす。

積込みには、坑内用に製作されたトラクターショベル(L.H.D)を用い、積込みと切羽運搬を同時に行なう。

切羽から破碎・篩分けプラントまでの運搬にはコンベアーを用いる計画である。切羽が進展するにつれてコンベアーを延長する必要があるが、年間わずか325m程度である。

破碎・篩分けプラントは定置式とし、操業開始までに設置する。操業開始後も、切羽の進歩に伴う破碎・篩分けプラントの移設は行わず、前述の切羽コンベアーを必要に応じて延長する計画である。

SNCレポートでは、切羽から破碎・篩分けプラントまでの運搬にはダンプトラックを用い、また採掘の進展に伴い破碎・篩分けプラントの一部を移設する方法を採用するよう提案している。しかし、本調査団としては、ダンプトラック使用による通気量増大の必要性や、クラッシャープラントの移設の困難性を重視して、上述の方法を提案する。

破碎・篩分けプラントと通気設備は、地域住民への騒音、粉塵の影響を少なくするために、坑内に設置することを計画する。篩分けから生ずる廃石は、採掘跡へ充填したり、また風門の代りの密閉材として用いるほか、坑道路面の修正用に用いる。

次章以下に述べる鉱山設備は上記の概念に基づき設計されたものである。しかし、今のところ概念設計の域を脱しない。財務評価上の基礎としては充分その用に供するが、コントラクターの入札を行うために必要な最終設計のための設計基準を本計画の実施段階でさらに固める必要がある。このためその基礎データの収集解析、特に岩石力学テストをタイ国政府担当局で実施されるよう提言する。

(注1) L.P. Bush (1974): "LHD/feeder-breaker System cuts costs at International salt Co's Cleveland Mine." Engineering & Mining Journal, September, 1974 p120-122

4-2 採 掘

4-2-1 操 業

採掘計画は週6日、1日2方、年間300日操業を基礎とした。商品歩留りを80%として、3-2に記述のとおり基準採掘量を2,500Tとする。採掘鉱画については、コンベアーが敷設された本坑道に相対する2鉱画を採掘する計画で設定した。(図III-15参照)1鉱区から一方当り1,250Tの生産を見込む。切羽の断面積を1.2m×1.2mとし、1発破進行長を4mとして1発破で1,250Tが生産される。従って、2鉱画を同時に進めることにより1日2,500Tを生産することができる。切羽幅の決定基礎については、付録III-1を参照されたい。

4-2-2 アンダーカッティング

穿孔に先立って、カッティングマシンを用い切羽の下面を、厚さ5インチ、奥行4mにアンダーカットする。この空間は発破の自由面として用いられるほか、床面へのバックブレイクを防ぎ路面を良好に保つ。295HPモーター付の電動カッティングマシンを使用することにより1方で2切羽を切削することができる。

4-2-3 穿 孔

アンダーカットを終了した後、2連電動オーガードリルを使って、切羽に穿孔を行なう。穿孔数は1切羽あたり123本とした。周辺孔の場合、鉱柱へのバックブレイクを少なくするために、穿孔間隔を天盤部では60cm、側壁部では1mにおいて穿孔し、かつ、スムーズブラスティングを行なう。その他の孔の場合、アンダーカット部を自由面とし、また抵抗線は1m、孔間隔は2mとする。天盤の隅部は、応力集中による破壊を防ぐため、1.5m以上の曲率にする。

4-2-4 発 破

穿孔が完了したら切羽に爆薬を装填する。装填には圧気式装填機を用い、作業員はテールリフター上で装填作業を行なう。爆薬はANFOを90%、ダイナマイト(起爆剤)を10%用いる。雷管は1段から15段まで用い、下から上へ向って順次点火する。周辺孔の場合、バックブレイク防止のため弱装薬とする。点火段数も1段遅らせて点火する等のスムーズブラスティング・テクニックを用いる。点火は各方の終了時に全員が坑外へ退去してから行ない、交代時を利用して換気を行なう。従って、装薬に従事する作業員の勤務時間は、他の作業員より1時間ずらせる。

4-2-5 浮石整理

発破された切羽では浮石整理を行なう。一般作業員は浮石整理が完了するまで立入禁止とする。浮石整理の手順としては、クレーン車を改造した高所作業車に作業員がのり、

まず打診、視診を行なうとともに、小さな浮石を処理し、その後、ロックブレーカーを用いて大きな浮石を処理する。

4-2-6 ルーフボルト

浮石整理が完了したらルーフボルトを打設する。ルーフボルトは原則として天盤のみに打設する。ルーフボルトの打設作業は、高所作業車上で小型削岩機を使って、径34mmの孔を穿孔し1インチ径のボルトを挿入してしめつける方法による。一般には長さ1.5mのルーフボルトを用いるが、切羽が交差した部分には2~3mのルーフボルトを用いる。切羽天盤の50%を支保の対象として考え、ルーフボルトの間隔は1㎡あたり1本とする。

4-2-7 積込み

ルーフボルトの打設が終った後、切羽に積込機を搬入し、鉱面の端部まで延長されているコンベアーに爆破された岩塩の積込みを行なう。積込機には最近著しく開発が進んだトラクターショベル(L・H・D)を採用することを提案する。積込みの際250mm以上の大塊は、ロックブレーカーを用いて小割するか、もしくは小型さく岩機を用いて小割する。

以上、4-2-2から4-2-7までに説明した各ステップが、1サイクルの採掘作業の流れとなる。

4-2-8 採掘準備

1 鉱面中から採掘される鉱量は、約1.7百万Tと算定される。2 鉱面を並行して採掘するので、その採掘鉱量は約3.4百万Tと見込まれる。一方年間基準採掘鉱量は1.5百万T/年の予定であるから、2 鉱面の採掘は、約2.3年で終了することになる(1.7百万T×2 鉱面÷1.5百万T/年=2.3年)。この2.3年の間に次の2 鉱面の採掘準備をしておく必要がある。採掘準備としては、鉱柱の中の主要坑道の掘進と、主要坑道と鉱面を結ぶ立入坑道とがある。採掘準備のための坑道掘進はVカットあるいはバーンカットを用いた通常の方法による。この坑道掘進は1方1.4mの速度で行なえば充分である。従って掘進は2交代制とせず1交代で間に合う。掘進された坑道には、1㎡当り1本の割合で天盤にルーフボルトを打込む。

4-2-9 通 気

坑内で同時に稼働する内燃機関には、1KW当り3㎡/分の通気量が必要であり、^(注1)
さらに作業員1人当り3㎡/分の通気が必要である。^(注2)

(注1) 通商産業省告示54号

(注2) 労働省技術基準報告書 S54.3「地下工事における換気設備等に関する技術基準報告書

本坑内で同時に使用される予定の内燃機関の最大値は、次のように設定される。

L・H・D	2台	488 (P,S)
コンプレッサー	1台	180
グレーダー	1台	145
トラクター	1台	76
廃石処理用トラック	1台	300
高所作業車	1台	155
		1,344

また1方当りの作業人員は、49人が見込まれる。従って、必要通気量は次のとおり算定される。

$$1,344 P,S \div 0.75 \times 3 \text{ m}^3/\text{分} + 49 \text{ 人} \times 3 \text{ m}^3/\text{分} = 5,523 \text{ m}^3$$

この通気量を確保するためには220P,S級の扇風機が必要となる。(詳細は付録Ⅲ-2参照)概念的な通気回路を図Ⅲ-15に示す。

4-2-10 採掘用機械

採掘用機械リストを表Ⅲ-5に示す。

4-2-11 修理・保全

坑内で用いられる機械類の維持、修理用として、表Ⅲ-6に示す機械を本鉱山で保有することを計画する。

坑内では小修理や維持作業のみを実施し、オーバーホール等の作業は外注するものと想定した。保全グループの機械班は2交代制を実施して切羽を巡回し、グリスアップ、注油、点検作業を順次実施する。一方保全グループの電気班は3交代制とし、受電設備の監視と突発的な故障に対処するものとする。

4-3 破碎および篩分け

本計画で設置する破碎・篩分けプラントの概要は以下のとおりとする。

生産能力： 1方当りの年間生産量を600,000Tとする。従って、2方操業の場合、年間1,200,000Tの生産量であり、3方操業を行なえば年間1,800,000Tの生産を行なうことができる。

操業時間： 年間300日稼働とし、1方当り実運転を6時間とする。

収率： 80%。粗粒廃石5%、1.2mm以下の微粉廃石15%を想定し、最終生産品は粗鉱の80%重量を回収し得るものとする。

処理粗鉱量： 1時間当りの粗鉱処理量は次のとおりとする。

Table III-5 MINING EQUIPMENT

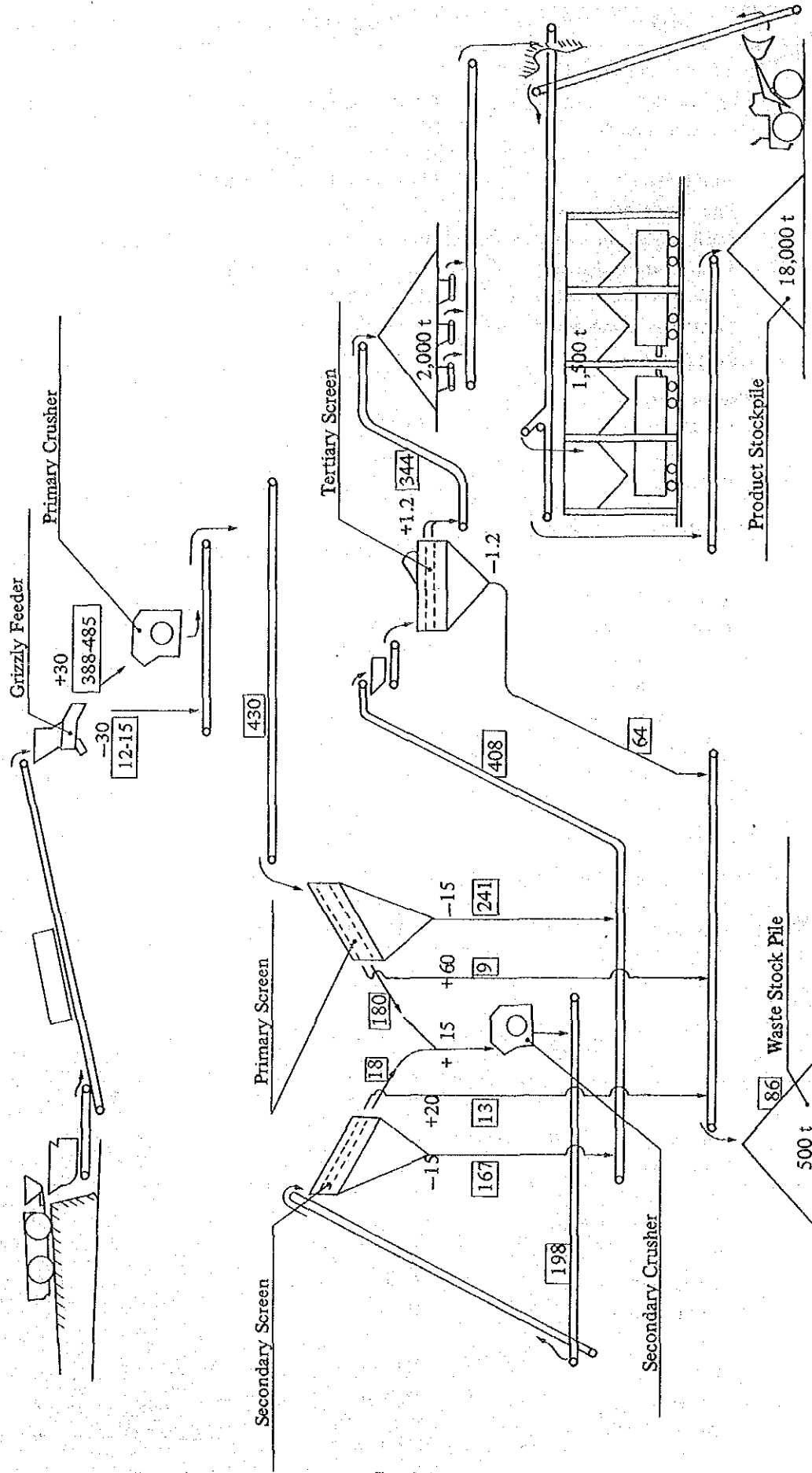
Item	Specifications	Q'ty
Main face equipment		
Undercutter	295 HP; cut length 4.5m	1
Excavation jumbo	2 booms; electric-powered; hydraulic auger drill	1
Roof bolter	14 t modified crane overall ht., 14m	1
Table lifter for scaling	14 t modified crane	1
Small crusher for scaling	Modified backhoe 155 PS.	1
Table lifter for charging	Effective working ht., 18m	1
Compressor for instruments	17m ³ , 180 PS	1
Tractor for pulling compressor	8 t capacity; 76 PS	1
Jeep patrol	Diesel	1
Loading equipment		
L.H.D.	61m ³ ; 231 PS	2
Mine truck	20 t capacity; 15.2m ³	1
Bulldozer	203 PS; w/ripper; 23.8 t	1
Waste processing equipment		
L.H.D.	3.8m ³ ; electric powered 200 PS	1
Excavation equipment		
Excavation jumbo	All hydraulic impact type; 2 booms	1
ANFO charger	For insertion of ANFO	1
Compressor for above	17m ³ ; 180 PS	1
Tractor for hauling	8 t capacity; 76 PS	1
Table lifter for charging	Working height 6m	1
Leg hammer	24kg	4
Coal pick	7kg	4
L.H.D.	6.1 m ³ ; diesel drive	1
Ventilating equipment		
Main ventilator	5,500m ³ ; 220 PS	1
Spot ventilator	700m ³ ; 30 PS	3

Table III-6 MAINTENANCE EQUIPMENT

Item	Specifications	Q'ty
Repair and maintenance equipment		
Motor grader	7.4 t capacity; weight 13.05 t	1
Vibrating roller	Weight; 10.5 t	1
Tractor for hauling	8 t capacity; 76 PS	2
Welding equipment	250A, 17.5KVA	3
Truck with crane	2 t lift	2
Sprinkler truck	10 m ³	1
Sprayer	5m ³ /H	1
Pump	22KV	2
Power hoist	5m Lift, 5 t	4
Welding machine w/engine	Weight, 2 t	1

MATERIAL BALANCE

□ : t/hr



600,000T/方÷300日/年÷6時/方÷0.8×1.03≒430T/時

この場合、プラント余裕率として3%を見込んでいる。

Flowsheet : 採掘切羽からクラッシングプラントまでの粗鉱運搬には、ベルトコンベアー方式を採用した。また最終生産品は1種類とした。フローシートを図Ⅱ-17に示す。

Material Balance : 最終的なMaterial Balanceは、開発工事中に採掘された岩塩の破碎篩分け試験によって得られたデータをもとに確定することになる。現在のところ破碎・篩分け試験のデータがまだ無いので、ここでは、SNCリポートのMaterial Balanceをもとに推定し、暫定的に決定した。(次頁のダイアグラム参照)

Description : 採掘切羽近くで-250mに破碎された粗鉱は、主坑道のTrunk Conveyerにより破碎・篩分けプラントへ送られる。プラントでは、岩塩粗鉱を容量100Tのホッパーに受入れ、次にGrizzly Feederで1次Impact Crusherにフィードする。(レイアウトについては、図Ⅱ-16,18,19,20を参照) Impact Crusherでは、フィードされた粗鉱を100mm以下に破碎し、破碎産物は1次Double Deck Screenにより篩分け、60mm以上の難破碎性の廢石と、15mm以下の中間成品と、15mm以上60mm以下の2次破碎給鉱とに分離される。15mmから60mmまでの部分は、Secondary Impact Crusherにフィードされ、破碎された後、20mmと15mmの網目を持つ2次DD Screenで篩分けされる。20mm以上はLumpy WasteとしてWaste Conveyerに送られ、15mmから20mmまでのものは、2次Impact CrusherにCirculating Loadとして再送される。1次DD Screenおよび2次DD Screenより産出した15mm以下のものは、3次Screen用のHopperに送られる。3次Screenは5mmと1.2mmのDD Screenで、ここでは、5mm以上15mm以下のものと、1.2mm以上5mm以下のものと、1.2mm以下のものとの篩分け。5mm以上15mm以下のものと5mm以下1.2mm以上のものは一緒にして最終生産品としてFinal Product Salt Storageに送られる。1.2mm以下のものは、Fine WasteとしてWaste Stock Pileへ送られる。

4-4 輸送および積込み

計画された運搬・積込みシステムの概要は次のとおりである。

能力： 1方当りの年間能力を600,000Tとする。従って、2方操業の場合は、年間1,200,000T、3方操業の場合は、1,800,000Tの能力となる。

Conveyingの時間当り能力は、次のとおりとする。

$$600,000(T) \div 300(D) \div 6(\text{時}) \times 1.15 = 384(T) \div 390(T)$$

ただし、この場合15%の余裕率を見込んでいる。

Loadingの能力は、1列車1,000Tを2時間以内に積込み得る能力とする。

Flowsheet： 図Ⅲ-17中に示した。

Description： 坑内のFinal Product Salt StorageよりBelt Feederで引出されたProduct Saltは、Inclined Shaft Conveyerによって地上に運ばれ、さらにLoading Bunker上のShuttle Conveyerに送られる。鉄道貨車4両分の長さを持ち1,500Tの能力を持つLoading Bunkerより搬出された塩産物は、各Bunkerの床にあるAir Cylinder DriveのGateを通して、直接貨車に積込まれる。Loading Bunkerが満杯の時には、Inclined Shaft Conveyerで地上に運ばれてきた塩産物は、地上のStock Pile Stacking Conveyerに送られ、16,000Tの容量をもつStock PileにStockされる。Stock PileからのReclaimはPay Loaderにより行ない、Hopper、Belt Conveyerを経てLoading Bunkerに運ばれる。地上のStock Pileは、Plant操業日数と、鉄道操業日数との相違による生産ギャップをカバーする。(図Ⅲ-2 1, 2 2参照)

4-5 仮設破碎および篩分け

開発期間中に生産される掘進塩を処理するために、地上にTemporaryのCrushingとScreeningの設備を設ける。岩塩は回収し、廃石となる部分は一時Stock Pileとしておいて坑内のWaste Disposal Areaが用意された後坑内に搬入して地上の塩汚染を防止する。

この設備は下図に示すように、簡単な設備で処理能力は120T/時とする。

建設期間終了後、設備は売却する予定である。

設備概要は表Ⅲ-7に示す。

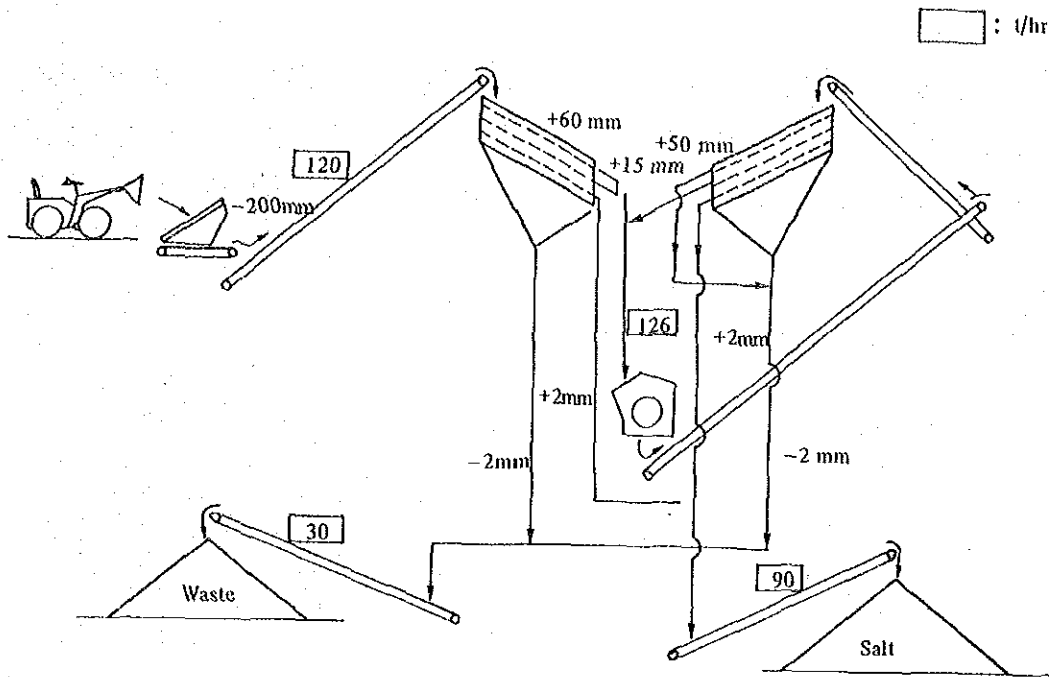


Table III-7 CRUSHING AND SCREENING EQUIPMENT

Item	Specifications	Q'ty
Grizzly	200mm	1
Hopper	15 t	1
Belt feeder	36" x 4mL, 5KW	1
Belt conveyor	24" x 35mL, 7.5KW	1
Primary screen	4' x 10', 3 stage, 60mm, 15mm, 2mm	1
Belt Conveyor	24" x 10mL, 3.7KW	1
Belt Conveyor	24" x 8mL, 5.5KW	1
Impeller-breaker	PEH/25/40, 160KW	1
Belt Conveyor	24" x 35mL, 7.5KW	1
Belt Conveyor	24" x 35mL, 7.5KW	1
Secondary screen	4' x 10', 3 stage 50mm, 15mm, 2mm	2
Belt Conveyor	18" x 8mL, 3.7KW	1
Belt Conveyor	18" x 8mL, 3.7KW	1
Belt Conveyor	18" x 6mL, 3.7KW	1
Belt Conveyor	18" x 20mL, 5.5KW	1
Belt Conveyor	18" x 12mL, 3.7KW	1
Belt Conveyor	24" x 20mL, 5.5KW	1

4-6 坑外施設

4-6-1 取付道路

取付道路については、205号線より途中まで既設の道路を改良し、その先は坑口まで新設する。取付道路は既設の道路および新設の道路ともに有効幅員6mをとり、構造は30cm厚の碎石に敷きならす。

4-6-2 建 物

図Ⅱ-13、23、24参照

BUILDINGS	AREA OF BUILDING m ²	AREA OF GRADING/ m ²
OFFICE	30m×20m×2 floors=1,200	40m×70m=2,800
WORK	30m×20m =600	60m×50m=3,000
STOREHOUSE	30m×15m =450	50m×50m=2,500
SUB - STATION	5m×10m = 50	20m×40m= 800
FUEL STORAGE	5m× 7m = 35	20m×30m= 600
GUARD HOUSE	4m× 6m = 24	15m×15m= 225
GARAGE	10m×20m =200	30m×50m=1,500
SCALE	3m× 5m = 15	
TOTAL	2,574	11,435

各建物の廻りには、簡単な有刺鉄線の柵を設置する。

4-7 電力

4-7-1 電力設備概要

鉱山に必要な電力は電力供給省(EGAT)の電力供給網(3相115KV、50Hz)より受電する。そのために、全長約60kmの送電線をしく。鉱山の変電所で3KVに変電された後、坑内採掘設備、坑外設備および社宅等付帯設備に配電される。

受電所設備は、下記のとおりである。

主変圧器：3相、115KV/3KV、4,500KVA 1台

4-7-2 電気方式

受電設備：3相 115KV 3線式

構内配電設備：3相 3KV 3線式

動力設備：1) 高圧系統 3相 3KV 3線式

2) 低圧系統 3相 380V 3線式

電灯、その他設備：1) 3相回路方式 3相 380/220V 4線式

2) 単相回路方式 単相 220V 2線式

4-7-3 電気設備

鉱山に設備される設備別電気設備容量は、次のとおりであり。

採掘設備	905KW
破碎設備	1,538.8
積込設備	868
付帯設備	469
合計	3,780.8

4-7-4 受電変電所容量

上記の設備ごとにそれぞれ需要率を想定して推定される予想最大電力は、次のとおりである。

採掘設備	$905\text{KW} \times 0.8 = 724\text{KW}$
破碎設備	$1,538.8 \times 0.65 = 1,000$
積込設備	$868 \times 0.65 = 564$
付帯設備	$469 \times 0.75 = 351$
合計	2,639

この予想最大電力より、将来の余裕をみながら標準容量より選択して受電変圧器容量を3,000KVAとする。

4-7-5 その他電気設備

おくれ力率による電力損失を出来るだけ減少させるため、各所に進相コンデンサーを設備する。

構内電話設備として、自動交換電話100回線設備を設ける。

バンコックに設置されるHead OfficeとLaem Chabangに設けられるソーダー灰工場との連絡用に無線電話を設備する。

第5章 付帯設備

5-1 居住区

5-1-1 整地

居住区の設定位置は、鉸山用地の東側で、沼地の南側に選定した。

当地は沼地に向って緩傾斜に下っているが、ほとんど平坦である。

敷地は地勢に合わせて、階段状に造成し、土工の切土および盛土量のバランスと、沼地に向っての排水の便を計る。

整地面積は下表のとおりである。

NAME OF STRUCTURE	UNIT AREA/m ²	NOS.	AREA / m ²
LABOR QUARTER	20m×11m= 220	127	27,940
ENGINEER AND FOREMAN QUARTER	20m×12.5m= 250	18	4,500
CHIEF AND SUPERINTENDENT HOUSE	20m×16.5m= 330	6	1,980
DIRECTOR HOUSE	20m×25m= 500	1	500
GUEST HOUSE	50m×40m= 2,000	1	2,000
DORMITORY	30m×55m= 1,650	1	1,650
HOSPITAL	40m×25m= 1,000	1	1,000
SHOPPING AREA	60m×50m= 3,000	1	3,000
TEMPLE	30m×20m= 600	1	600
SCHOOL	20m×50m= 1,000	1	1,000
TENNIS COURT	50m×40m= 2,000	1	2,000
GROUND	180m×90m=16,200	1	16,200
WATER SUPPLY FACILITY	60m×40m= 2,400	1	2,400
TOTAL			66,770

5-1-2 道路

道路は社宅およびその他設備の周囲に、区画を作るように築造する。

有効幅員は6mとし、路肩および水路等を考慮し全幅員を7mと考えた。

構造はMacadam (碎石) として、碎石 30 cm 厚を敷きならし、転圧を行ったあとに Latelite を 5 cm 敷きつめ舗装する。

5-1-3 社 宅

図 III - 27、28、29 を参照。

NAME OF HOUSE	AREA / No. / m ²	NOS.	AREA / m ²
LABOR QUARTER	5.4m×10m = 54	127	6,858
ENGINEER AND FOREMAN QUARTOR	7.2m×10.4m = 75	18	1,350
CHIEF AND SUPERINTENDENT HOUSE	8.0m×12.5m = 100	6	600
DIRECTOR HOUSE	10.0m×15.0m = 150	1	150
FOREIGN ENGINEER HOUSE	10.0m×15.0m = 150	5	750
DORMITORY	38.0m×12.0m = 460	1	460
GUEST HOUSE	30.0m×13.5m = 405	1	405
TOTAL			10,573

(注) 公共の建物関係は整地のみで、Hospital、Shopping House、Temple および School の建物は、本計画の範囲外として除く。

5-1-4 排 水

各戸ごとに汚水槽を設けて汚水をため、その汚水は沼地の近くに設置した二つの浄化槽に導き浄化して沼地に流出させる。

雨水溝は污水溝と分離して設置する。雨水は道路の路肩ぞいに L 型の側溝を設置し、道路の中央部に設置した主流排水管に合流させる。

居住区の周囲には外溝を設け、道路の主流排水管からの雨水を合流させて沼地に流下させる。

5-1-5 配 管

配水塔から自然流下で各戸に配水する。各区画に消火栓を設置する。(使用鉄管は $\phi 6$ 、 $\phi 3$ 、 $\phi 2$ 、 $\phi 25$ mm および $\phi 13$ mm)

5-1-6 柵 囲

居住区の周囲には、簡単な有刺鉄線のフェンスを設置する。

5-2 給 水 設 備

図 III - 25 参照。

5-2-1 水 源

用水は鉸山用地から約 8 km 離れた、AMPHOE BANNET NARONG の沼地から取水する。