

日本のホウ素資源と水溶型ホウ素鉱床—その1

福田 理 (海外地質調査協力室)
Osamu FUKUTA

1. まえがき

単体のホウ素はわれわれ一般人にはなじみの薄いものであるが 薬局で簡単に入手できるホウ酸やホウ砂の結晶をご覧になったことのある読者は少なくないであろう。ホウ酸やホウ砂のガラス製造原料としての歴史は古い。また 炭素鋼のホウ素処理などもよく知られている。最近では ホウ素はニュー・セラミックスの原料の1つとしても注目されるようになった。現在 我が国にはホウ素鉱床と呼べるものはまったくなくない。しかしホウ素の重要性の増大とともに 国産の安価なホウ素に対するホウ素利用企業からの要望が徐々に高まり これに応えるように 一部の企業がホウ素鉱業の再興を考えるに至った。ここに再興といったのは ホウ素化合物の輸入が途絶えた戦中・戦後の一時期 北海道稚内市豊富温泉において 石油試掘井から湧出した0.57g/lのメタホウ酸を含むカン水から ホウ酸が回収されていたからである。

ホウ素鉱業の再興はわが国にとっても望ましいことである。しかし 方法を誤ると企業の命とりにもなりかねない。著者は多年天然ガスおよび付随水の研究に従事しているが その間に収集した試・資料から 無資源国といわれる我が国の一部にも ホウ素鉱業を起すことのできる場所があると考えられるに至った。この成果をわかり易い形で紹介するのに 現在ほどよい時期はないであろう。本稿が関係者およびホウ素に関心をもたれる方々のお役に立てば幸せである。

2. 日本のホウ素鉱物

地殻の構成単位として 約2,000種類の鉱物が知られているが そのうちホウ素を1%以上含むものは約100種である。そのなかには 10%以上のホウ素を含むものが60種以上も含まれている。また これらのうちホウ素原料鉱物として利用され または利用すべく研究されたおもな鉱物は 第1表に示した19種であるが 本表で○印を付されていない4種は あまり利用されていない。

このうち 世界の産額の大部分を占めていたのは

(1)~(13) なかでも北米および南米産の(1)~(4)からなる鉱石であって (14)~(20)は日本が太平洋戦争による輸入杜絶のため 止むを得ず開発・利用を試みたものである。現在 日本国内で一応ホウ素原料として考えられるものは 電気石(第1・2図)およびダンプリ石(第3・4図)である。斧石(第5・6図)はダンプリ石に伴って産出し 前者と完全に選別・分離することが困難なため ホウ素の含有量が低い(B_2O_3 として2~4%)にも拘らずダンプリ石と混合したまま用いられている。

3. 日本の鉱石によるホウ素鉱床

第1表に示した各種のホウ素原料鉱物は 産状によって 1) 岩漿の固結作用に関係があるものと 2) それに直接関係がないものにと大別されるが 日本のホウ素鉱床は 1) に属するものだけである。第2表に示したように 岩漿の固結作用に関係があるホウ素鉱床には 5型が認められる。しかし 大鉱床として世界の需要の大部分を賅っているのは 2) 型に属する。

これに対して 1) 型に属するものは イタリアの Toscana およびチベットのものを除くと 世界の産額にまだ記録を留めていないようである。しかし 日本および旧日本領のものは 悉くがこれに属する。ただし 後でくわしく述べる水溶型ホウ素鉱床は その限りではない。

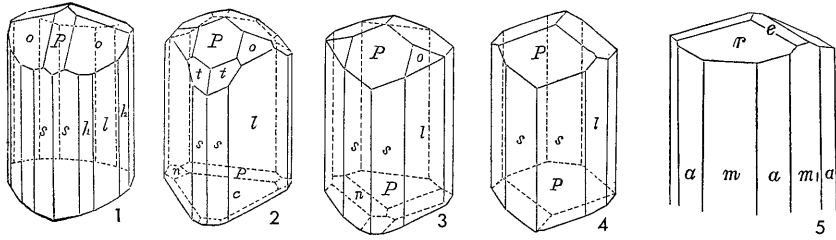
1) 型に属する苦灰岩系の接触交代鉱床では 苦土に富む珪酸塩鉱物とともに しばしば各種の苦土ホウ酸塩鉱物を多量に生じ 比較的大規模な鉱床を形成するが 苦灰質の岩石に乏しい現在の日本領内では この種の鉱床はまだ発見されていない。石灰岩系の接触交代鉱床には ダンプリ石 斧石 電気石 およびダトー石などを産するが 我が国で鉱量がややまとまり 開発されたことがあるのは 宮崎県の土呂久鉱山の斧石を伴うダンプリ石だけである。

ヘグマタイトおよび気成鉱床の属する電気石鉱床は 鉱物組合せおよび産状などから 次の7種類に分けられる。

- (a) ペグマタイト(例 石川山 越喜来)
- (b) グライゼンに伴う電気石石英脈(例 鹿川)

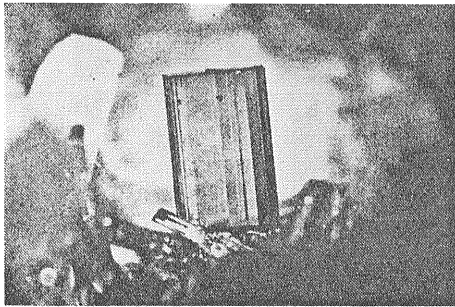
第1表 主なホウ素鉱物 (○は重要なもの; 岩生 1951)

	名称及び同義語	化学式	B ₂ O ₃ 量%	H ₂ O%	比量G	硬度H	色	結晶系その他	化学性
(1)	○カーン石 Kernite又はRasorite	Na ₂ O·2B ₂ O ₃ ·4H ₂ O	51.0	26.3	1.9	2½	白, 不純物の為 灰色	Orthorhombic 石膏の外観	冷水に除々, 温水に易溶
(2)	○硼砂 Borax又はTincal	Na ₂ O·2B ₂ O ₃ ·10H ₂ O	36.6	47.2	1.69	2~2.5	白	Monocl. 柱状, 針状	水溶性
(3)	○曹灰硼石 又は Ulexite Boronatrocacite Natroboracalcite Hyasine Fyanklandite Cryptomorphite Tira Tinkaioite	Na ₂ O·2CaO·5B ₂ O ₃ ·16H ₂ O	43.8	35.5	1.96	2	白	Monocl. 針状・放射状又は塊状集合体	水に難溶, 硫酸で分解される
(4)	○灰硼石 Colemanite	2CaO·3B ₂ O ₃ ·5H ₂ O	50.9	21.9	2.42	3~4½	白~灰色	Monocl. 柱状・塊状	水に溶けぬ
(5)	○硼酸石 (天然硼酸) Sassolite又はSassoline	B ₂ O ₃ ·3H ₂ O	56.4	43.6	1.43	1	白(時に緑)	Tricl. 板状・葉片状	水に良く溶ける
(6)	○方硼石 Boracite又はStassfurite	5MgO·MgCl ₂ ·7B ₂ O ₃	62.4		2.9~3	7	白 (時に灰, 黄, 緑)	Cubic Tetrahedral Dodecahedral 塊状・大理石に似た外観	水に溶けぬ
(7)	Tincalconite	Na ₂ O·2B ₂ O ₃ ·5H ₂ O		30.9	1.82		カーン石と類似の性状と産状	Rhomb. 水に不溶, 酸可溶	
(8)	プローペルタイト Probertite又はKramerite	Na ₂ O·2CaO·5B ₂ O ₃ ·10H ₂ O	49.6	25.6	2.14	2.5	白	Monocl.	
(9)	メーヤーホフア石 Meyerhofferite	2CaO·3B ₂ O ₃ ·7H ₂ O	46.0	29.0	2.12	2	白	Tricl. 柱状又は板状	
(10)	インヨー石 Inyoite	2CaO·3B ₂ O ₃ ·13H ₂ O	36.6	43.4	1.82	2	白	Monocl.	
(11)	○パンドルマ石 Priceite又はPandermite	5CaO·6B ₂ O ₃ ·9H ₂ O	49.0	18~19	2.3	3		Tricl.or Monocl. 塊状	
(12)	○ Hydroboracite	CaO·MgO·3B ₂ O ₃ ·6H ₂ O	49~50	26	1.9~2	2	白	Monocl. 外観は石膏に似ている	
(13)	○小藤石 Kotoite	3MgO·B ₂ O ₃	36.5		3.1	6½	無色	Rhombic 苦灰岩中に塊状	水に不溶, 弱酸難溶
(14)	弗硼石 Fluoborite	Mg ₃ B ₂ O ₆ ·3Mg·(OH,F) ₂	17.9	10~11	2.89	3½	無色	Hexagonal 柱状	
(15)	○ダンブリ石 Danburite	CaO·B ₂ O ₃	28.4		2.9~3	7~7½	無色, 半透明又は淡緑	Rhombic 柱状	
(16)	○サイベリイ石 Szaibelyite 又は β-Acharite Acharite Camsellite	5MgO·2B ₂ O ₃ ·1½H ₂ O	38.1	7.4		3~4	白色	不明 針状	水に不溶, 弱酸難溶
(17)	○ルドウィッヒ石 Ludwigite	3MgO·B ₂ O ₃ ·FeO·Fe ₂ O ₃	16.6		3~3.2	2~3	黒・濃青・濃緑 緑・褐紅・無色等	Rhombic 針状又は繊維状	
(18)	○電気石 Tourmaline	XY ₉ B ₃ Si ₆ O ₂₇ (X=Ca, Na, K, Mn Y=Mg, Fe, Al, Cr, Mn, Ti, Ci)	8~13		3.94	7~7.5	黒・濃青・濃緑 緑褐・淡青・淡緑等	Hexagonal 柱状・針状等	
(19)	○斧石 Axinite	Al ₂ BSi ₄ O ₁₆	5		3.3	6½~7	褐色~灰色・紫色等	Triclinic 板状・斧形状	

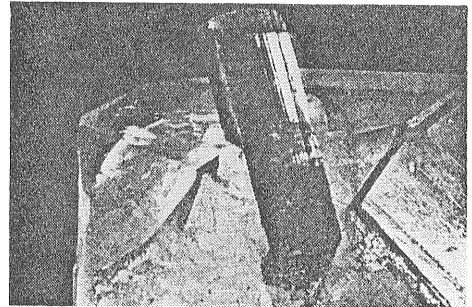


第1図 电气石の結晶模式図(1~4)と実例(5)

実例は福島県石川山のペグマタイト中のもので 鉄电气石 (Schorl; $12\text{SiO}_2 \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{FeO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) に属する (佐藤 1918).



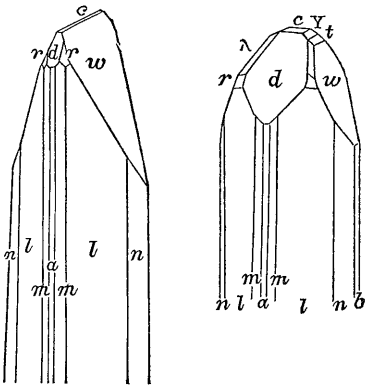
Dunton Mine, Newry,
Oxford County, Maine,
淡青緑色



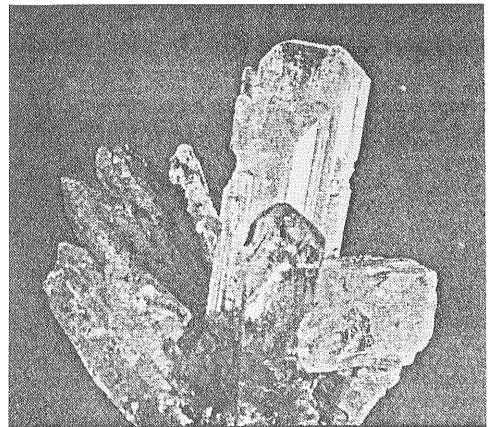
Governador Valadares,
Minas Geraes, Brazil
淡緑色

第2図 アルカリ电气石 (Elbaite) の美晶2題

(Encyclopedia of Minerals by ROBERTS et al., 1974より)



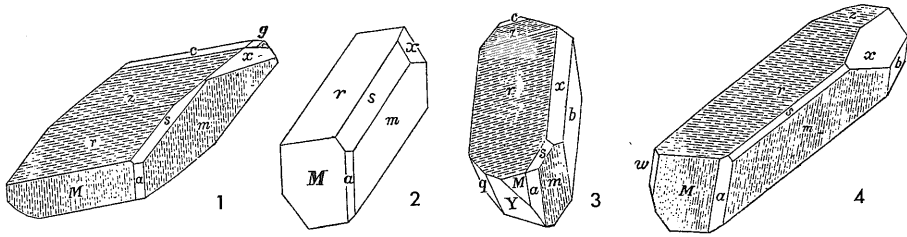
第3図 大分県大野郡緒方町尾平鉱山産のダンブリ石 (Danburite, $\text{CaB}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) の結晶 (佐藤 1918)



Charcas, San Luis Potosi, Mexico.

無色透明

第4図 メキシコ産のダンブリ石の美晶 (Encyclopedia of Minerals by ROBERTS et al., 1974より).



第5図 日本産の斧石の結晶 (佐藤 1918)

1) 大分県尾平鉱山鳥帽子産 2) 同じ谷産 3) 同大蔵じき産 4) 幣立岩産

- (c) 電気石石英脈 (例 壘見石)
- (d) 含銅電気石石英脈 (例 薬王寺 早池峯)
- (e) 含錫電気石石英脈 (例 三菱尾平 蔵内尾平 中野内)
- (f) 銅コバルト鉱染鉱床に伴う電気石片岩および電気石石英片岩
- (g) 電気石石英片岩

以上のうち(b)(c)(d)および(e)は 日本のホウ素鉱物資源の主体をなすもので その規模も以外に大きいものがあるが (f)および(g)の例は国内はない。第7図は日本のホウ酸鉱(電気石およびダンブリ石)鉱床分布

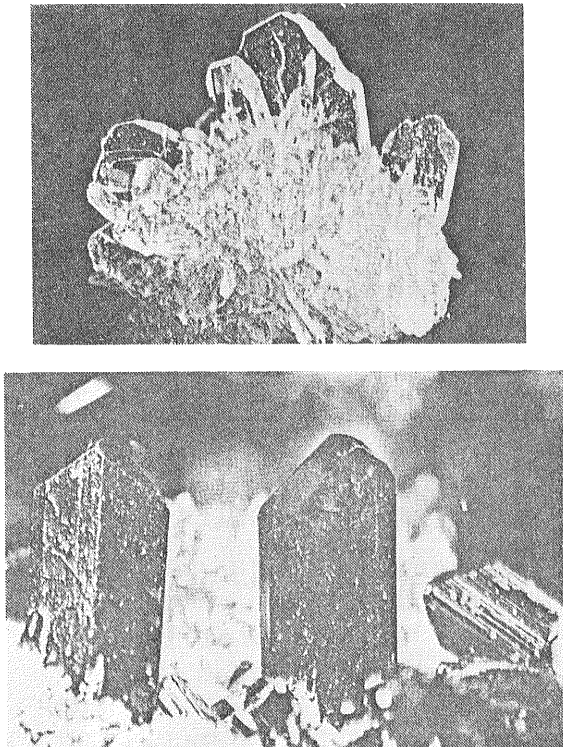
図である。本図で注目されるのは 夜久野・薬王寺の両鉱床を除くと 西南日本のホウ素鉱床はすべて外帯に属していることである。

4. 日本のホウ素鉱の埋蔵量

我が国のホウ素鉱の埋蔵量をまとめて示したのが第2表である。ただし 電気石は本格的に利用されるに至らなかったため その鉱山で開発が軌道にのったものは1つもない。したがって 電気石を副産物とする鉱山では 鉱石の出荷量によって影響される場所は少なかったが 電気石だけを目的として開発に着手した鉱山は終戦と同時にほとんど廃山の運命に見舞われた。前者に属するのが三菱 尾平 花岡 および早池峰などの諸鉱山であり 後者に属するのが鹿川 壘見石の両鉱山などである。

5. マグマ性噴気とその生成物

これは常識的にはホウ素鉱床ではないが 後で述べる



第6図 斧石 (Axinite ; $\text{HCa}_2\text{Al}_2\text{BSi}_4\text{O}_{16}$) の美晶3題
 左上 Franklin, Sussex County, New Jersey
 左下 宮崎県土呂久鉱山
 右 Kongsberg, Norway. (Encyclopedia of Minerals by ROBERTS et al., 1974より)

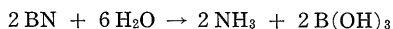
第2表 日本のホウ素鉱の埋蔵量 (岩生 1951)

	品 位	鉱 床 量	B ₂ O ₃ 量
ダンブリ石	B ₂ O ₃ 20%	約 50t	10t
電 気 石	B ₂ O ₃ 9%	約 57万t	5万t
	B ₂ O ₃ 5%	約 39万t	2万t
	B ₂ O ₃ 3%	約 57万t	3万t
	B ₂ O ₃ 1%	約 890万t	9万t
合 計		約1,043万t	19万t

注 ダンブリ石は鉱量がきわめて少ないが、品質の点でははるかに有利である。

水溶型ホウ素鉱床の生成条件を考える上に重要な資料を提供する。マグマが地表または地下浅処で固結するときには、ホウ素は他の揮発性物質とともに分散される。たとえば、イタリアの Toscana 地方にある死火山地区の噴気孔には、ホウ酸石 (sassolite, B(OH)₃)、ラルデロ石 (larderellite, NH₄B₃O₈ · 2½H₂O) 多数のカルシウムのホウ酸塩類、およびその他のホウ素鉱物の沈殿がみられる。1774年、この地方の Larderello の噴気中に約5%のホウ酸が含まれていることが知られ、これを凝集させてホウ酸を採取することが始まった (斎藤 1965) という。これは 100~190°C にのぼる噴気中にアンモニア、硫化水素、二酸化炭素などとともに噴出するもので、現在この地で地熱発電が行なわれていることはよく知られている。18~19世紀には Toscana 地方は重要なホウ酸の産地であった。

ラルデロ石がアンモニウムのホウ酸塩であることは興味深い。CLARKE (1924) によると、火山昇華物においてはアンモニウム塩はほとんど常にホウ素鉱物を伴うという。火山ガスのもっとも重要な成分が水蒸気であることも注目されなければならない。この事実と火山昇華物においてホウ素と窒素とが共産していることから、CLARKE は火山ガス中にはホウ素はもともと窒素化合物 BN として含まれていたと仮定した。彼は水蒸気的作用により、次の反応でアンモニアとホウ酸が形成されることを示唆した。



しかし、この CLARKE の考え方には異論もある。

北海道有珠山の東麓に起こった昭和18年(1943)から同20年の秋までの2年間の活動によって形成された昭和山(第8図)では、今なお多数の噴気孔が火山ガスを噴出し、噴気孔周辺には種々の昇華物がみられる。松波(1977)はこれらに関する多数の研究報告をまとめて、次のように紹介している。



第7図 日本のホウ酸塩鉱床の分布 (岩生 1951)

昭和山の新山噴気孔の温度は 830°C から常温に至る広い範囲にわたっており、それらから発散する物質にも著しい相異が認められる。高温の噴気孔ガスは水素および亜硫酸ガスを含むことが特徴であり、噴気孔の外縁には黒褐色ないし種々の色彩の昇華物が付着している。噴気孔の温度が低下するにしたがい、噴気ガスには硫化水素が多くなるとともに、高温の場合のような昇華物はなくなり、噴気孔を覆う土壤中に硫黄やホウ酸がしばしば析出するようになる。第3表に幾つかの噴気孔における火山ガスの組成、また第4表に凝縮水の水質の代表例を示しておいた。ホウ素はこれら両表のいずれにも認められる。

6. ホウ素に富む温・鉱泉

日本鉱産誌VI-aの中で、野口・中村(1957)はメタホウ酸 HBO₂ に富む温・鉱泉として次の19を挙げている。

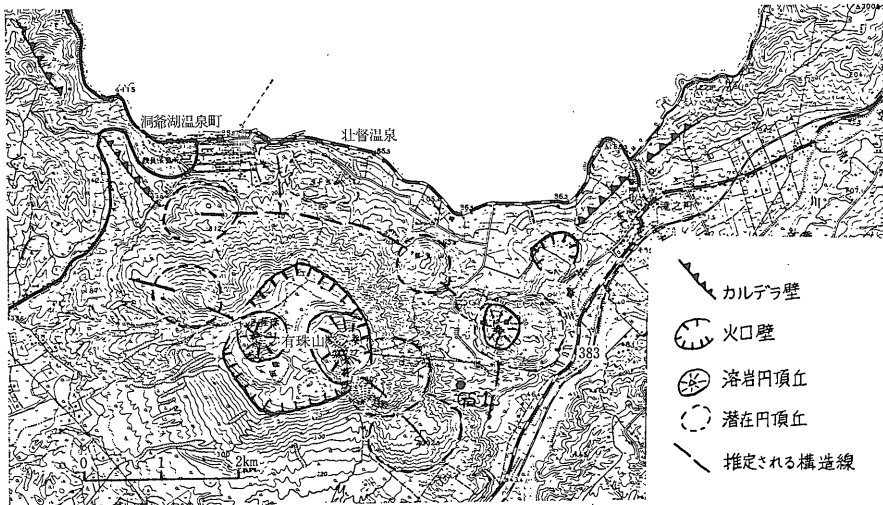
順位	道・県	温・鉱泉名	g/kg
1	岩手県	寺田村鉱泉	2.973
2	岩手県	浄法寺鉱泉	2.8380
3	兵庫県	有馬天満宮の湯	2.344

第3表 昭和新山1959年6月噴気孔の温度と火山ガスの化学組成 (小穴 1962)

噴気孔	A-1	A-6a	C-2	C-3	B-1
Temp. °C	750	700	645	194	328
H ₂ O, ml/m ³	992,500	993,900	994,100	997,200	990,000
CO ₂ , "	4,700	3,620	3,660	1,970	8,490
H ₂ , "	1,810	1,450	1,210	346	659
HCl, "	387	507	492	119	144
HF, "	203	214	199	11	62
N ₂ , "	258	189	210	258	516
SO ₂ , "	121	89	91	13	13
H ₂ S, "	6.8	37	30	105	101
CH ₄ , "	6.0	7.8	7.6	4.3	14.1
NH ₃ , "	0.37	0.42	0.80	0.30	0.74
Ar, "	0.89	0.74	0.64	0.73	1.23
O ₂ , "	1.2	0.0	0.0	0.0	7.8
B, m. atom/m ³	1.35	1.39	1.33	0.56	0.81
As ^{III} , "	0.0057	0.0060	0.0084	0.0053	0.0023
As ^V , "	0.0016	0.0009	0.0003	0.0015	0.0005
PO ₄ ³⁻⁻ -P "	0.00026	0.00031	0.00020	0.00055	0.00048
log Kp, SO ₂ #	6.97	6.13	8.26	9.29	8.42
SO ₂ eq. temp. °C.	740	820	640	570	630

$$\# Kp, SO_2 = \frac{(H_2O)^2 (H_2S)}{(H_2)^3 (SO_2)}$$

4	宮城県	宝沢鉱泉	1.3818	9	北海道	鬼鹿鉱泉	0.6285
5	岩手県	七時雨鉱泉	1.1098	10	北海道	二股温泉	0.5948
6	北海道	瑠辺斯温泉	0.9885	11	群馬県	西牧温泉	0.4737
7	北海道	常盤鉱泉	0.8828	12	新潟県	焼山温泉	0.4673
8	群馬県	磯部鉱泉①	0.7090	13	宮城県	秋保温泉	0.4257



第8図
有珠山付近の地形と地質調査所試掘井 (GS 1) 国鉄胆振線沿いの水準点 383の西北西で GS 1 の北東にあるのが昭和新山である (松波 1977)

第4表 昭和新山1955年8月 水蒸気凝縮水の化学組成 (小穴 1962)

噴気孔	A-1	A-3	C-3
Temp. °C	760	525	220
Cl, p.p.m.	1,050	620	860
F, "	444	250	26
Br, "	3.3	1.7	2.6
B, "	42	32	6
NO ₂ -N#, "	0.0142	0.0009	0.0085
PO ₄ ³⁻ -P, "	0.49	0.30	0.00
NH ₃ -N, "	2.00	1.33	7.01
Na, "	23.0	22.9	13.3
K, "	15.9	11.2	1.70
Mg, "	39.6	3.8	7.5
Ca, "	9.86	1.6	9.4
Si, "	65	50	29
Fe, "	14.8	2.31	13.3
Al, "	15	13	13
Ni, "	<0.01	0.0005~0.001	0.0005~0.001
Cu, "	0.02~0.05	0.02~0.05	0.003~0.005
Zn, "	0.4~0.7	0.3~0.5	0.01~0.03
Ge, "	<0.01	0.002~0.004	0.0005~0.001
As, "	0.5~1.0	0.1~0.5	0.005~0.01
Mo, "	trace	trace	trace
Ag, "	0.002~0.004	0.0005~0.001	<0.0001
Sn, "	0.02~0.04	0.005~0.008	0.001~0.002
Sb, "	<0.1	<0.01	<0.005
Pb, "	0.02~0.05	0.02~0.04	0.004~0.006
Bi, "	<0.05	<0.005	<0.002

#: 水酸化ナトリウムで捕集された凝縮水中の値

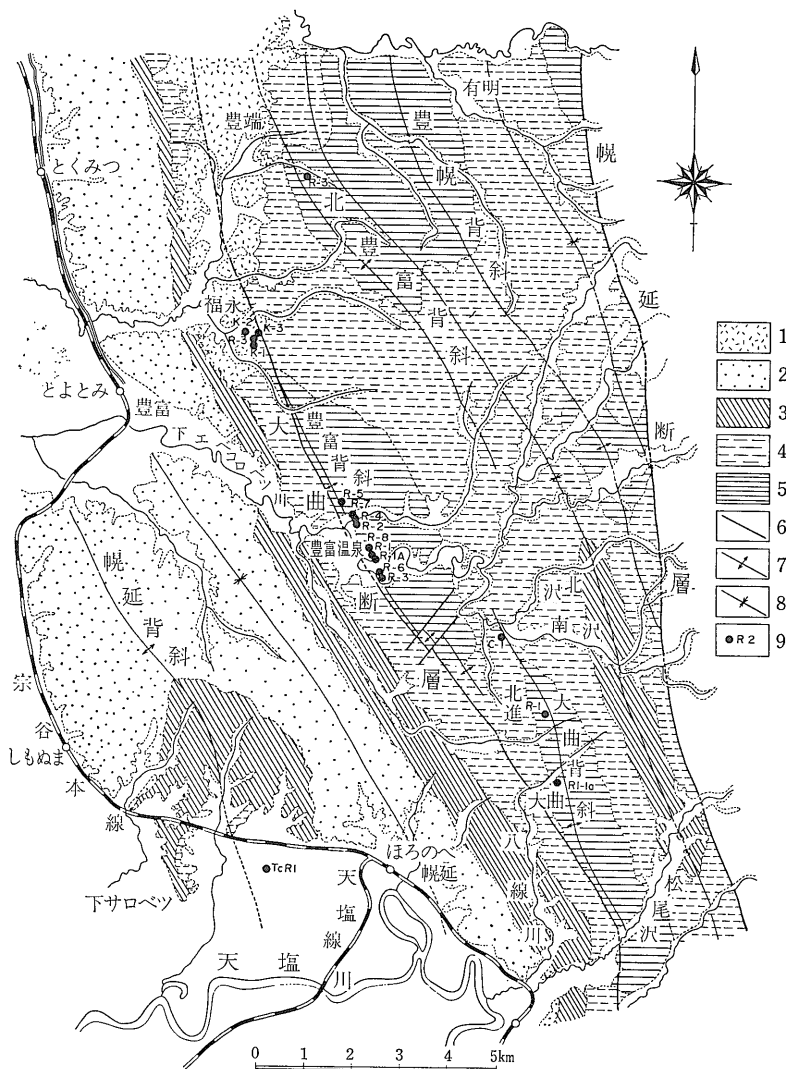
14	群馬県	磯部鉱泉②	0.4174
15	北海道	豊富温泉	0.3964
16	群馬県	浄法寺温鉱泉	0.3918
17	奈良県	宗檜鉱泉	0.3870
18	新潟県	松之山温泉	0.3264
19	群馬県	琵琶の窟鉱泉	0.3226

以上のなかでかつてホウ素の回収が行われたことのあるのは 北海道の稚内に近い豊富温泉だけである。この温泉のメタホウ酸は 最近の資料(斎藤 1979)によれば 後で述べる豊富背斜の3坑の平均で547.4mg/lであり また湧出量の1坑当たりの平均値は 31l/min すなわち44.64kl/dayである。しかし すでに紹介した村井鉱業会社の口式1号井(R1ともいう)では 深度805mで 3,650kl/day もの 43°C の温泉が噴出した(金原ほか19名 1957) という。

7. 水溶型ホウ素鉱床

この豊富温泉の例からもわかるように ある濃度以上のメタホウ酸を含み かつある程度以上の湧出量(自噴)または揚湯量(動力)のある温・鉱泉は 日本でも期待のもてる水溶型ホウ素鉱床である。鉱床には経済性を期待できるという意味があるから メタホウ酸濃度および湧出量または揚湯量の2条件は 社会情勢とともにかわる。現状では g/kg または g/l で表わした平均メタホウ酸濃度に kl/day で表わした湧出量または揚湯量の合計を乗じたもので 500 を超える温泉またはガス田が水溶型ホウ素鉱床と呼ばれる資格をもつといえるのである。

一般に温泉水のホウ素は0.01~0.1g/kg程度であって海水の0.0046g/kgより多い。また B/Cl(ホウ素/塩素)は海水では0.00024であるが 一般に油田塩水では0.00001~0.02 温泉水では0.01~0.1であって 温泉水のそれは海水のものよりはるかに大きく 油田塩水のそ



第9図
 豊富地域地質図および坑井位置図(長尾 1969)
 1: 沼川層 2: 更別層 3: 勇知層
 4: 声間層 5: 稚内層 6: 断層
 7: 背斜軸 8: 向斜軸
 9: 坑井位置

れとは一部重複するがやはり一般的にははるかに大きい。この事実はホウ素が火山起源であることの証拠であるとされていた。イタリアの Larderello では最初 lagoni (噴気の溶けこんだ湯沼) 中にホウ酸が発見されその採取から地熱発電へと発展していったことは有名であるがそこでの噴気凝縮水中の HBO₂ (メタホウ酸) 含有量は 0.3g/kg 程度で第4表から計算される昭和南山のその最高値 168 ppm すなわち 0.0168 g/kg の17.8倍もある。しかし Lardellero のホウ酸については最近海成層に起因するものであるとする説が有力になってきている(湯原・瀬野 1969) という。ちなみに RANKAMA & SAHAMA (1949) によると堆積物(岩)のなかでもホウ素に富む頁岩類の平均ホウ素含有量は 310 g/ton すなわち 0.3 g/kg もある。しかし 後 1985年 6月号

で述べることから明らかになるように水溶型ホウ素鉱床中のホウ素の起源はたとえその本源が堆積岩にあるとしても鉱床形成にマグマの活動が関与していたこともまた確かであろう。

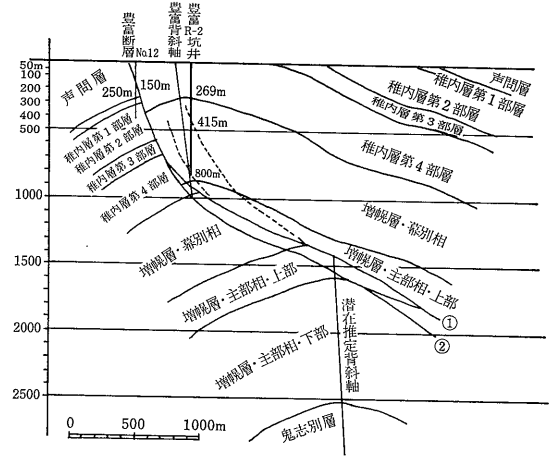
8. 豊富温泉

豊富町管内には豊富および北豊富の大きな背斜があり古くから石油・天然ガス開発のための試掘がさかに行われた(第9図)。豊富背斜では大正7年(1917)に村井鉱業会社がR1号井を試掘掘止深度964mこの間に445mで少量の石油と多量のガスまた805mでガスとともに温度43°C湧水量3,650kl/dayの温泉が噴出した。これから推定される地温勾配は4.56°C/100mである。

戦後は昭和22年(1947)に帝国石油(株)がR2号井を掘削 深度864mで掘止め ガス量 9,500 m³/day および水量 160 kl/day を得た。その後 昭和33年(1958)にR3号井 さらに昭和48~51年(1973~1976)に合計3坑(R4~8号井 R1A号井)の掘削が行なわれ このほかにも大正年間に福永地区で合計7坑もの試掘が行なわれている。現在温泉井として使用されているのはR8およびR1Aの2坑井である。天然ガスはおよそ35°Cの温泉の浴用加熱 旅館および一般家庭の燃料として使われているほか 昭和32年(1957)から同52年(1977)の間 2,000kwのガス発電が行なわれていた。

北豊富背斜には昭和13~16年(1938~1941)の間に合計11坑の試掘が行われ いずれも廃坑されている。昭和16年(1941)に掘削されたR3号井の跡からは 現在でも 200m³/dayの天然ガスとともに 30.7°Cの温泉が自噴しているが 未利用である。

豊富背斜の天然ガスについては 従来背斜説によって解釈されていたが 三谷ほか5名(1971)は 豊富背斜の西南西側を走る豊富断層は押し被せ状の逆断層で 豊富背斜の東翼部の押し被せ面下に潜在背斜が伏在することを推定し 豊富温泉に噴出するガスは この断層の破砕帯を経由して 潜在背斜をつくる増幌層から供給されていると考えている(第10・11図)。著者も大筋ではこの考えに賛成であるが ガス付随水(温泉)は断層破砕帯そのものを貯留層とする地下水であると考えたい。そして すでに述べたように R1号井から推定される地温勾配が 4.56°C/100m もあることから この温泉に含まれるメタホウ酸およびHCO₃⁻(ヒドロ炭酸イオン)の起源には 伏在するマグマが関与していると考えたい。豊富背斜の3坑井(第5表)および北豊富背斜の1坑井の



第10図 豊富R-2を通る地質構造推定断面図。(北海道鉱業振興委員会 1979)。

温泉学のおよび天然ガス鉱床学的特徴は 次のようにまとめられている(松波ほか7名 1979)

所在地	豊富	豊富	豊富	北豊富
泉源名	合資R4	合資R8	合資R1A	北豊富R3
深度 m	938	908	—	1,149
孔明管 m	722~938	695~908	—	—
動水位 m	+0.9	+2.95	+2.95	—
自噴量 l/min	24.4	36.1	32.5	—
分析年月	52・10	52・10	52・10	47・8
泉温 °C	32.1	35.9	35.3	30.7
pH	7.9	8.0	8.1	7.7
T. S. M. mg/l	12,144	12,200	12,106	16,012
Ca ²⁺ "	102.4	83.6	85.6	52.6
Mg ²⁺ "	33.1	48.2	45.7	26.0
Na ⁺ "	4,416	4,464	4,488	6,070

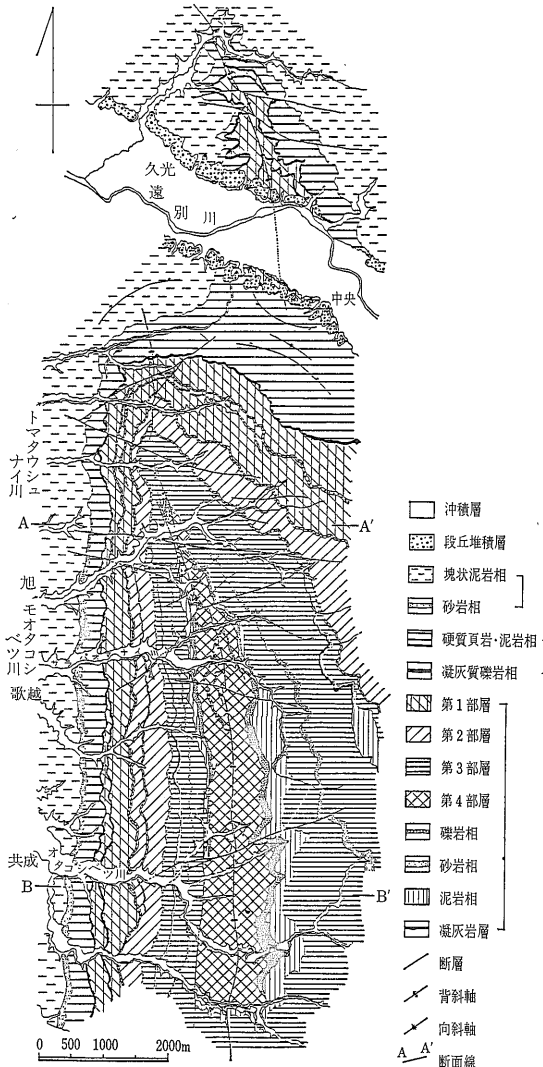
第5表 豊富温泉井の概況(斎藤 1979)

坑井名	完成年月日	掘さく深度m	掘さく地層	仕上げ深度m	油・ガス徴(m)	初 日 産	現 況
R-4	S48.10.9	958	稚内層0~304m 増幌層304m~	720~938	310 G 726~727 G 779~780 G	ガス12,000m ³ /day 温泉32.1°C 41.7l/min	ガス 3,400m ³ /d 温泉32.1°C 24.4 l/min
R-8	S50.10.29	908	稚内層0~372m 増幌層372m~	696~908	754~900 G	ガス 6,000m ³ /day 温泉35.9°C 41.7l/min	ガス 3,600m ³ /d 温泉35.9°C 36.1 l/min
R-1A	S51.9.22	966	稚内層0~370m 増幌層370m~	674~966	781~966 G	ガス 3,000m ³ /day 温泉35.9°C 34.7 l/min	ガス 3,000m ³ /d 温泉35.3°C 32.5 l/min

時代	層序		模式柱状図	層厚(m) 岩類	その他
第四紀	沖積世	沖積層		砂 礫 粘土 泥炭	不整合
	沖積世	現河床堆積物層		20± 砂 礫 粘土	不整合
第三紀	鮮新世	更別層		砂・礫層	
		勇知層		砂質塊状泥岩	貝化石 有孔虫
	中部	声間		塊状泥岩 およびシルト	
		主部		350~400	
	中新世	中間層		泥岩・硬質頁岩互層	貝化石 有孔虫
		主部		100~200	
	新世	稚内層		硬質頁岩および泥炭 ときに基部に礫岩層あり	貝化石 有孔虫
		増幌層		400~500	平行不整合?
		鬼志別層		砂岩・シルト 礫岩 10~20 貝化石入	貝化石
		宗谷夾炭層		炭層 凝灰質砂岩 炭質頁岩 シルト 頁岩層 含植物化石	植物化石
上部白堊紀	浦河世	上部蝦夷層群		凝灰質砂岩 シルト	不整合
		Cu-c		上部は砂質シルト 中部は砂質シルトと泥岩 下部は砂岩多量砂質シルト 灰白色凝灰岩層あり	
		Cu-b		300±	
		Cu-a		上部は泥岩と砂質シルト 下部は泥岩	<i>Inoceramus, Gaudryceras, Damesites, Polyptychoceras</i>

第11図
豊富ガス田の模式柱状断面図
(長尾 1960)
現在の知識に照してみると
更別・勇知の両層は更新統
に属し 中新・鮮新両統の境
界は 声間・稚内両層の境界
あたりになるであろう。

K ⁺	〃	38.4	36.5	36.2	33.4	O ₂	vol. %	0.36	0.17	1.48	—
Fe ²⁺	〃	1.58	1.58	2.00	—	Ar	〃	—	—	—	—
Fe ³⁺	〃	0.00	0.00	0.00	—	CO ₂	〃	1.98	2.02	0.84	—
Al ³⁺	〃	0.36	0.33	0.33	—	CH ₄	〃	92.49	93.58	90.75	—
Mn ²⁺	〃	0.03	0.03	0.09	—	CnHm	〃	0.99	1.24	1.39	—
Cu ²⁺	〃	0.000	0.000	0.000	—	N ₂ etc.	〃	4.18	2.98	5.54	—
Zn ²⁺	〃	0.003	0.001	0.001	—	H ₂ S	〃	0.000	0.000	0.000	—
As ³⁺	〃	0.023	0.021	0.031	0.036	備考					
Cl ⁻	〃	6,039	6,174	6,156	6,894	Br ⁻	mg/l	24.7	23.2	23.0	34.2
HCO ₃ ⁻	〃	1,879	1,850	1,947	3,831	I ⁻	〃	14.9	15.3	16.5	23.1
SO ₄ ²⁻	〃	0.0	0.0	0.0	0.0	油で白濁					
F ⁻	〃	0.37	0.26	0.29	0.11	淡黄褐色					
HBO ₂	〃	556.8	551.0	544.3	568	油で白濁					
SiO ₂	〃	29.7	24.4	26.1	—	CaCO ₃					
遊離CO ₂	〃	26.4	26.7	26.1	64.5	沈殿					
H ₂ S	〃	0.00	0.00	0.01	—	沈殿					



第12図 歌越別背斜～本原野背斜地域地質図 (三谷ほか10名 1979)

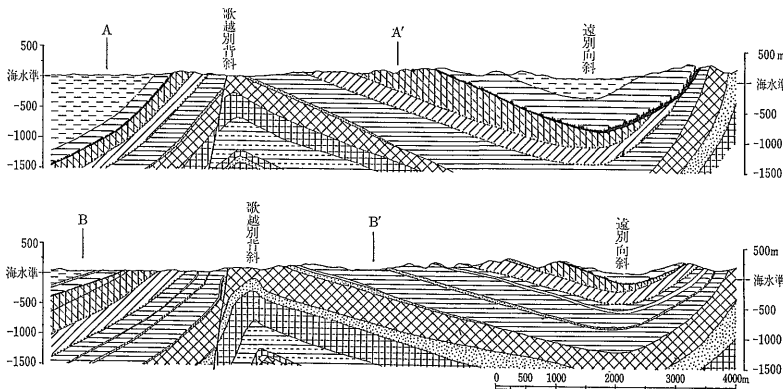
昭和48年(1973)10月 R4号井が完成するまで本ガス田ではR1およびR2の2坑井からガスが生産されていた。なかでもR1号井は昭和50年(1975)9月坑井そのものの老朽によって自噴が停止するまで日産1万m³以上の天然ガスを長期間にわたって生産し続けてきた。またR2号井は昭和22年(1947)～昭和47年(1972)の間日産4,000～6,000m³ものガスを生産し続けた。この2坑井での累計生産ガス量は3.36億m³にもなる(北海道鉱業振興委員会 1979)という。

昭和48年(1973)10月に生産を開始したR4号井の初日産は12,000m³もあったが減衰が大きく昭和52年(1977)頃には日産3,400m³程度となった。また昭和50年(1975)10月に生産を始めたR8号井のガスの初日産は6,000m³であったが同52年(1977)頃には3,600m³程度となった。さらに昭和51年(1976)9月R1号井の代替井として掘削されたR1A号井はガスの初日産3,500m³という成功井となりその後は日産3,000m³程度で運転されている。

これら稼動井のガス付随水(温泉)の性質は後で述べる日南・宮崎両ガス田のものの中間的な特徴を示すがガスは宮崎ガス田のものときわめてよく似ている。埋蔵量についてはこの種の鉱床の常としてきわめて大きいと推定されまたR1号井の実績からみて生産性も相当高いと考えられる。

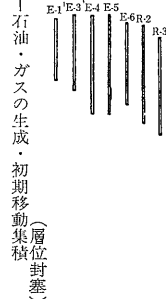
9. 遠別・歌越別ガス田

遠別・歌越別ガス田の調査・開発の歴史は古く大正元年(1912)の渡辺久吉による油田調査に始まる。その後の本ガス田の調査・開発は継続的に企業や試験研究機関によって行われたが中でも従来の調査・開発の結果をふまえて昭和47～50年(1972～1975)北海道立地下資源調査所が実施した開発調査が注目される。



第13図 歌越別背斜～遠別向斜地域地質断面図 (三谷ほか10名 1979) A“およびB”以東は地質図(第12図)には示されていない。

時代	地層名	層厚m	模式柱状	主要構成岩相	造構運動	その他	
新第三紀	沖積層			礫・砂・粘土・泥炭	造構運動終末 褶曲運動	2次移動・集積(構造封塞)	
	改正堆積層						
	新丹古層	茂築別層	120		砂岩・泥岩・礫岩	傾動運動	1次移動・集積(層位封塞)
		遠別層	700		塊状泥岩 砂岩		
		金駒内層	190		泥岩・硬質頁岩		
			150		凝灰質礫岩		
		第1部層	280		泥岩>砂岩互層		
			480		礫岩・粗粒砂岩・凝灰岩挟有 礫岩		
		第2部層	100		泥岩>砂岩互層		
			300		礫岩・粗粒砂岩挟有 礫岩		
		第3部層	230		泥岩>砂岩互層		
			600		礫岩・粗粒砂岩・凝灰岩 凝灰質泥岩挟有		
		第4部層	370		含礫泥岩・含礫砂岩・砂岩		
			680		礫岩乱堆積状互層 粗粒砂岩		
第5部層	180		泥岩>砂岩互層				
	400		礫岩挟有				
第6部層	380		砂岩・泥岩薄互層				
	440		粗粒砂岩挟有				
第7部層			泥岩>砂岩互層				
	270		粗粒砂岩挟有				
第8部層	200		含礫泥岩・礫岩・泥岩・砂岩				
	170		乱堆積状互層				
第9部層	1200		泥岩>砂岩互層				
	700±		礫岩・粗粒砂岩挟有 礫岩				
築別層			泥岩・砂岩挟有				
	70±		砂岩 基底礫岩				
白亜紀	函淵層群 オソウナイ層		緑色砂岩・泥岩 泥岩	隆起削剝 構造運動			



第14図
遠別地域地質層序
総括図 (三谷ほか
10名 1979)
現在の知識に照ら
してみると 茂築
別層は更新世のも
のであり 中新・
鮮新両統の境界は
遠別・金駒内両層
の境界あたりにな
りそうである。

本調査の報告書は同所の三谷勝利ほか 10名 (1979) によってまとめられている。本節のうち 著者の見解に関するもの以外の多くは この報告書によるものである。

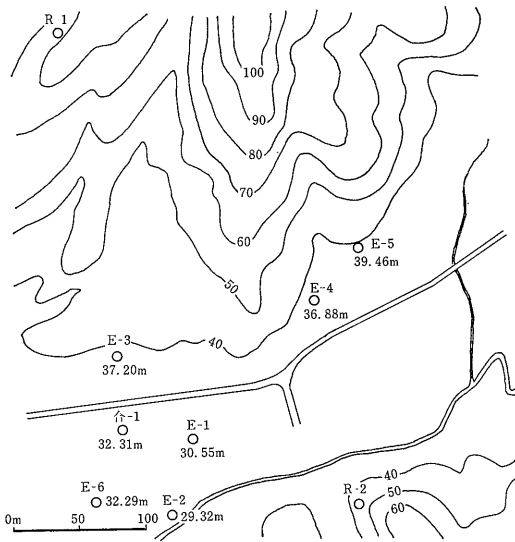
本ガス田は留萌支管内遠別別町南部から南東部にかけての 100km² ほどの範囲を占め 主要背斜である歌越別背斜の軸部は 海岸から約 6 km 陸側を南北に走っている (第12・13図)。海岸に沿って国鉄羽幌線が走り 本ガス田の西側に 金浦および歌越の 2 駅がおかれている。

本ガス田を含む遠別地域は 天北油・ガス田地帯南部に位置し 白亜系および上部新生界 (おもに新第三系) に属する堆積岩類が厚く発達している。これをまとめて示したのが第14図である。第12・13図に示されているように 新第三系および更新統は 歌越別背斜を核としてその両翼に順次帯状に累重分布しており 核部には古丹別層が広く分布している。

1985年 6 月号

歌越別背斜に対しては 大正 5 年 (1916) 背斜北部のモオタコシュベツ川地区 (旭地区) において 久原鉱業 (株) が最初の開発井 CR 1 を掘削して以来 昭和 46 年 (1971) までに 旭地区で 6 坑 その南の茂歌越地区 (サラバオマナイ川) で 1 坑の 合計 7 坑の調査開発井が掘削されたが いずれも異常高圧状態の含ガス層および滞水層に遭遇して 掘進を中止したり 仕上げに失敗したりしている。

すなわち 旭地区の CR 1 では 深度 380m 付近で高圧の含ガス層に逢着し 推定ガス量 13 万 m³/day の自噴によって坑井内が崩壊 同地区での CR 2 は 469m 付近で高圧の含ガス層に逢着 推定ガス量 1 万 m³/day のガス噴出によって坑井破壊 同じく E 2 は 278 m 付近の高圧含ガス層からの推定ガス量 8,000~1 万 m³/day の噴出によって埋没など 大量の天然ガスの急激な噴出によって 坑井トラブルを起こしたものが多。



第15図 塩別・歌越別ガス田旭地区調査ボーリング位置図 (三谷ほか10名 1979)

また 各坑井で確認された含ガス層を対比してみると 旭地区では CR 1 の380m層に対比される含ガス層と CR 2 の469m層に対比される含ガス層の2層準の高圧含ガス層が発達し これらのガス層は茂歌越地区のR 3坑井にほぼ連続している。昭和47年(1972)から北海道

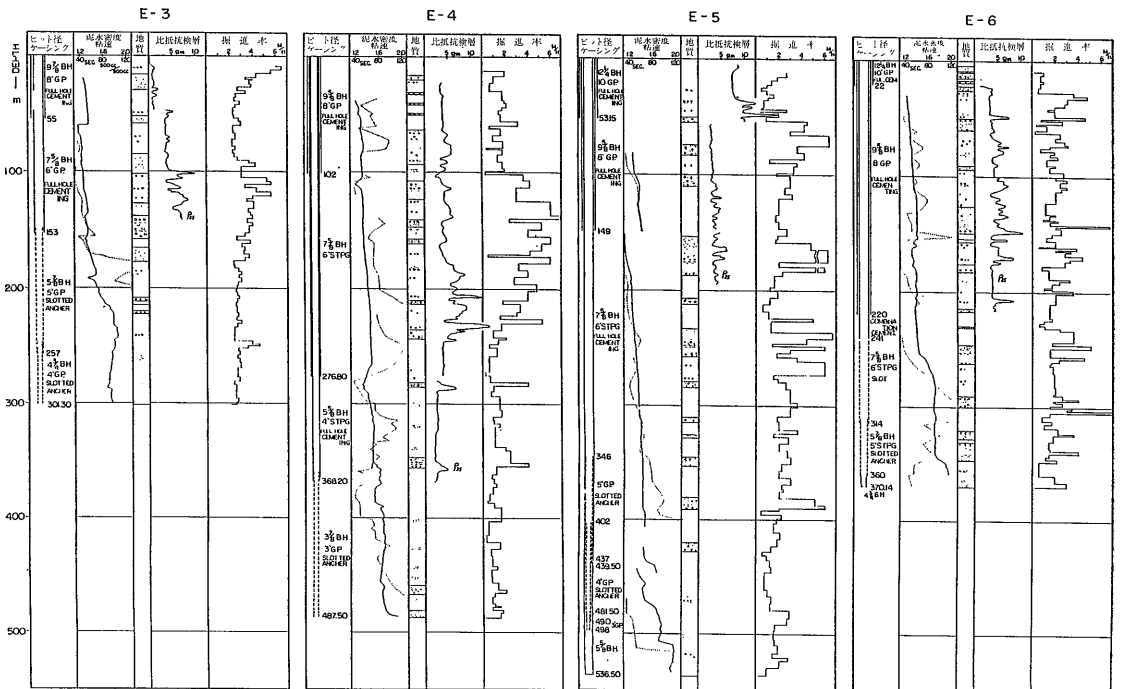
立地下資源調査所が行った開発調査では それまでに明らかにされていた点的な事実を さらに面的および立体的に解析して 歌越別背斜を囲む本ガス田の鉱床学的評価を行うことを目的として 各種の調査が実施された。本稿においては 試掘調査の成果を中心に紹介する。

第15図に示したように 試掘は旭地区(モオロコシベツ川)で背斜東翼側にE 3 E 4およびE 5の3坑 また西翼側にE 6の1坑の配置で行なわれた。これら4坑井の掘削経過および仕上げ状況をまとめて示したのが第6表であり また第15図はこれら坑井の試掘調査総括図である。

旭地区の調査ボーリングで確認された各ガス層のポテンシャルティーの変化を示したのが第17図である。

ガス層は古丹別層の中部以下にある。上部ガス層は同層第4部層(第14図参照)の乱堆積状の異常堆積層中であって 貯留層をなす粗粒岩層は連続性に乏しく かつ岩相変化が著しいことなどから 局部的には大きなガス徴候を伴うこともあるが 全体としてはポテンシャルティーは低い。第4部層の最下部にある第1ガス層は2層に分かれ その上層は上部ガス層とよく似た性格を示すが 下部ガス層は全域に追跡できる厚い粗粒岩層が貯留層をなして 全体的に優秀な含ガス層となっている。

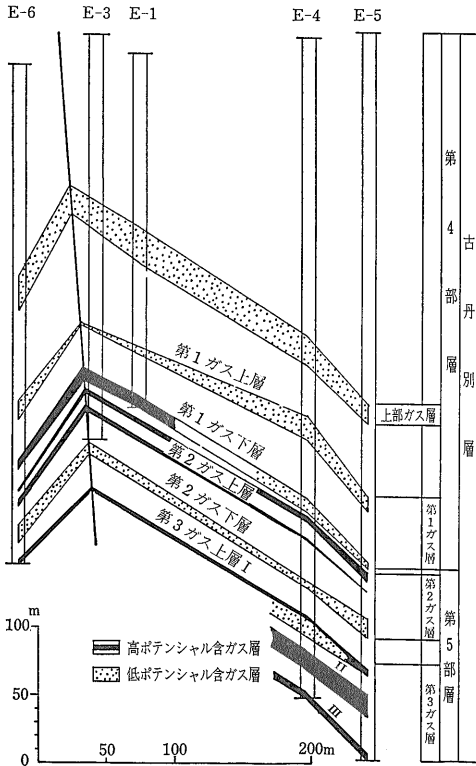
第2ガス層は第5部層(第14図参照)の最上部に挟まれ



第16図 旭地区試掘調査総括図 (三谷ほか10名 1979)

第6表 旭地区掘削経過および坑井仕上げ一覽表 (三谷ほか10名 1979)

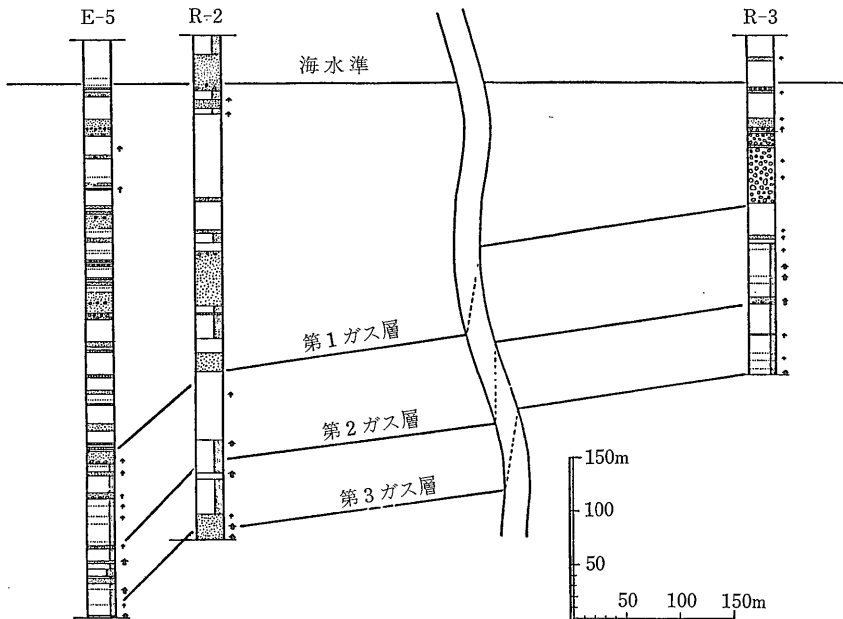
坑井名	E - 3			E - 4			E - 5			E - 6		
坑井位置	東翼 30m			東翼 185m			東翼 225m			西翼 30m		
坑井高度	37.20m			36.88m			39.46m			32.29m		
掘さく期間	昭47.8.21~47.10.10			昭48.9.21~48.12.7			昭49.4.20~49.8.8			昭50.5.14~50.7.25		
掘さく深度	301.30m			487.50m			536.50m			370.14m		
坑内検層(比抵抗法)	0~153m			0~368m			0~190m			0~220m		
対象ガス層	第1ガス上層・下層 第2ガス上層I・II			第2ガス上層I・II・同下層 第3ガス上層I・II・III			第2ガス下層 第3ガス上層I・II・III			第1ガス上層・下層 第2ガス上層II・下層 第3ガス上層I		
掘さく泥水	クローム泥水, バライト, CMC, 消泡剤			リグネート泥水, バライト, CMC, 消泡剤			リグネート泥水, バライト, CMC, シークレー, 消泡剤			リグネート泥水, バライト, CMC, テルフロウ, 消泡剤		
掘さく口径および使用ビット	0~55m 9% H 55~153m 7% H 153~257m 5% S・M 257~301.3m 4% S			0~102m 9% 102~276.8m 7% S・M 276.8~368.2m 5% MH・S 368.2~487.5m 3% MH			0~53.15m 12% 53.15~149m 9% M・S 149~437m 7% M・S 437~536.5m 5% M			0~22m 12% 22~220m 9% S・M 220~314m 7% S・M 314~360m 5% M 360~370.0m 4% S		
ケーシングプログラム	0~55m 8" GP セメンチング 0~153m 6" GP " 150~257m 5" GP アンカー ストレーナー 246~301.3m 4" GP "			0~102m 8" GP セメンチング 0~276.8m 6" STPG " 0~368.2m 4" STPG " 360~487.5m 3" GP アンカー ストレーナー			0~53.15m 10" GP セメンチング 0~149m 8" GP " 0~437m 6" STPG " 346~439.5m 5" GP アンカー ストレーナー 402~490m 4" GP " 481.5~498m 3" GP アンカー ストレーナー 498~536.5m 裸 孔			0~22m 10" GP セメンチング 0~220m 8" GP " 0~241m 6" STPG 中間セメンチング 241~314m 6" STPG ストレーナー 314~360m 5" STPG アンカー ストレーナー 360~371.4m 裸 孔		
溢・逸泥徴候 ○ 小徴候 ◎ 大徴候 ⊗ 発噴 500l 逸泥量	深 度(m)	溢泥	逸泥	深 度(m)	溢泥	逸泥	深 度(m)	溢泥	逸泥	深 度(m)	溢泥	逸泥
	158~159		○	111~113		○	300		○	156.5		○
	171.1		○	289		○	440		○	160.6		○
	192.6	○		293.2		○	441~446		○	162.2~163.2		○
	195	○		333.7		440l	457~457.5		○	165.2		○
	207.7		○	335.4		○	469.6~470.5		◎	170		○
	210		○	338.4		○	476~479.7		○	195~196		○
	218.1		○	342.8		○	484		◎	249~250		○
	218.1~219.6	○	300l	346		○	485.7		○	251~254		○
	223~225.5	○		353.4		⊗	485.7~488		○	256~257.5		◎
	235		○	353.6~362.5		○	492		○	262		◎
	239.5		○	362.5~364		200l	510~511		◎	266~269.5		○
	262.7		○	364~366.2		500l	521~522		○	294.5~294.6		○
	265~265.5		600l	366.2~367.9		200l	536.5		⊗	294.6~298.9		○
	283.9		1,200l	370.2~370.8		○				335.9		○
	286.5~299		320l	387		◎				340.5~345		○
				405		○				346~348		◎
			414		300l				349.8~350.2		○	
			426.6		○				353.8		◎	
			432.7		○				359.5~359.8		○	
			433.3~433.6		○				370.1		⊗	
			460.5		○							○
			480.7		○							○
			486.7~487.5		○	500l						○
産 出 テ ス ト	ベラー汲み上げ 2日			ベラー汲み上げ1日, スワヒング			ベラー汲み上げ2日, スワヒング			掘進中猛噴		
初 日 産	ガス 1,800m ³ /day			ガス 70m ³ /day			ガス 40m ³ /day			ガス 2,800m ³ /day		
摘 要	ベラー汲みで-64mまで水位降下時で噴出する.			スワヒングにより泥水位急激に上昇, 高さ5mまで吹き上げたが, 後続なし. ストレーナー圧潰により-260m以下坑内埋没 坑内をさらって3"アンカーストレーナーを挿入したが, 少量のガス噴出に終る.			-536.50m層準の猛噴で-210m以下坑内埋没. 坑内をさらって-498mでアンカーストレーナー挿入後, スワヒングを行った結果, -439m以下のストレーナーが圧潰. 廃坑にする.			-371.14m層準の猛噴で坑内埋没. -288mまで坑内をさらったが, 噴出が烈しく作業困難なため, そのまま坑口装置を設置.		



第17図 旭地区の浅部ガス層ポテンシャル変化図 (斎藤 1979)

る3層の砂岩を貯留層としている。このうち上層をなす上位の2層は薄い貯留層であるが 全域に亘って高いポテンシャルをもって広がっている。一方 下層は層相変化が激しく 東翼部でE5は 泥質な岩相の一部にまで ガス徴候がひろがっている。この下層は貯留層の連続性に乏しいこともあって 全体的にはポテンシャルの低い含ガス層となっている。

第5部層の上部から中部の上部にまたがる第3ガス層に到達しているのは 東翼部のE4およびE5の両坑井と 西翼部のE6である。この含ガス層も 大きく上・下の2層準に区分されるが 下層は CR2で深度445~449 m間の細粒砂岩を貯留層とする含ガス層であり E3ないしE6の4坑井は いずれもこのガス層に達していない。CR2掘削当時の記録によると 高ポテンシャルのガス層である可能性が強い。上層に挟み込まれる砂岩はいずれもガス徴候を示し 貯留層となっているが 連続性に乏しい。貯留層の状態から この上層は3つに区分される。上位のI層は 東翼部のE5と西翼部のE6では 高ポテンシャルのガス層となっている。中位のII層は砂岩に富む部分であって その一部は連続性を示し 高ポテンシャルなガス層となっている。下位のIII層は東翼部のE4では厚い砂岩貯留層であるがこの東のE5には連続せず ここでは泥質岩層と砂岩薄層が全体で貯留層となっている。そのため このIII層はE4では大きなガス徴候を示し 高ポテンシャルとなっているが E5では能力はやや低下している。このように この上層ではII層がもっとも優秀なガス層で



第18図 歌越別背斜地域試掘井ガス層対比図 (三谷ほか10名 1979)

IおよびIII層では その能力の地域的变化がみられるが 全体的には 確認された含ガス層のうちで ポテンシャルティのもっとも高いガス層をなしている。

本ガス田では 旭地区の南方約2kmのサラパオマナイ川にR3が掘削されていて 両地区の含ガス層は 第18図に示したように対比される。 R3の坑井記録からみると 第1ガス層相当層は 厚い乱堆積状礫質岩相中の114~130m間に 軽微なガス徴候を伴って認められる。 第2ガス層相当層は214~230m間および242~248m間の上・下2層準に分れている。 前者では2~3層の砂岩薄層および一部の泥質岩層にガス徴候があり これらを貯留層としているらしい。 一方 後者は厚さ数mの砂岩を貯留層とする含ガス層で 連続したガス徴候が記録されている。 仕上げ後のテストで 本ガス層から800m³/dayのガスと500kl/dayの付随水の噴出をみた。 このように R3では第2ガス層下層に相当する含ガス層で800m³/dayのガスを噴出した以外に 特筆される含ガス層は発達していない。 しかも これは500kl/dayの付随水を伴っていたから ガス水比は1.6m³/klで むしろ飽和ガス水比を示す水溶型ガス層とみられる。

以上は 三谷ほか10名(1979)にしたがって 遊離ガスを中心に紹介したが 本ガス田がむしろところによって 遊離ガスを伴う水溶型ガス鉱床であることもまた確かであろう。

ガス質については 与えられた分析値が分析項目に He H₂ および Ar を含まない不完全なものであるため 立入った検討はできないが とにかく CH₄(93.56~95.23 vol.%)を主成分とし N₂(4.07~5.09 vol.%)を副成分とするガスで 若干のCO₂および重炭化水素を伴っている。 興味深いのはR2のガスで CH₄は91.43vol.%で CO₂を欠き 他に4.52 vol.%のN₂その他と3.73 vol.%もの重炭化水素を含んでいる(斎藤 1976)という。

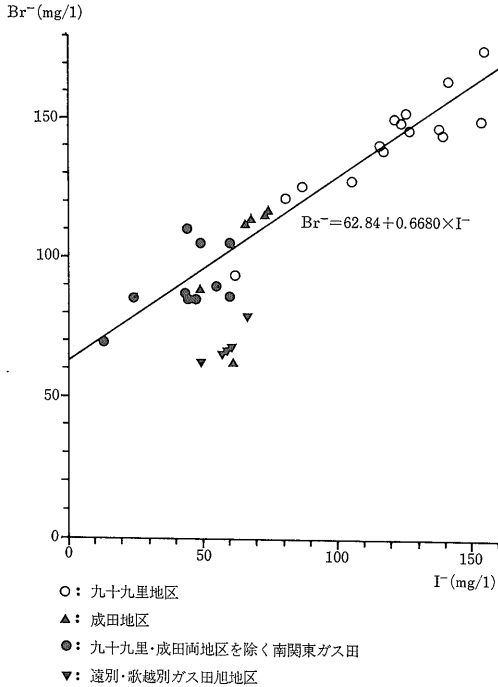
第8表 旭地区ガス付随水のCa²⁺/Mg²⁺, Br^{-*}およびI^{-*}

坑井	Ca ²⁺ /Mg ²⁺	Br ^{-*}	I ^{-*}
E-1	10.9	67.0	58.7
E-2	18.5	64.7	55.6
E-3	60.6	—	—
E-4	12.4	79.2	64.8
E-6	18.9	—	—
E-6	20.2	62.0	49.3
R-2	14.5	68.3	60.3

注 Br^{-*}およびI^{-*}はそれぞれCl⁻を標準海水並みとした場合の換算値である。E-6のCa²⁺/Mg²⁺については2回の分析値によるものを示した。

第7表 旭地区ガス付随水の性質 R-2のみは斎藤(1979)に 他は三谷ほか10名(1979)による

坑井	採取年月日	温度(°C)	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	Total Fe	Free CO ₂	NH ₄ ⁺	KMnO ₄ Cons	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ²⁻	SiO ₂	I ⁻	Br ⁻	HBO ₂	水量 (t/d)
E-1	39.10.31	—	7.4	235	9,850	4.91	61.0	1.66	15.7	666	61.0	5,610	45.0	None	—	29.1	33.2	836	—
E-2	40.12.27	—	7.3	237	9,789	6.47	106.0	1.53	84.4	740	40.1	5,620	45.0	"	—	27.4	31.9	858	—
E-3	47.11.31	24.5	7.5	190.5	9,422	1.08	55.8	—	—	775.7	12.8	5,260	35.0	"	16.9	—	—	—	100
E-4	49.3.6	—	7.9	500.2	9,326	37.60	70.4	—	—	712.6	57.6	—	—	"	22.4	30.4	37.2	826.2	—
E-6	50.7.17	34.0	7.5	201.3	9,683.2	4.15	110.0	2.16	14.3	715.3	37.9	5,410	42.2	"	22.0	—	—	—	390
"	50.9.12	33.7	7.7	225.7	9,701	17.78	140.4	6.09	39.2	713.3	35.3	5,330	39.7	"	22.3	24.1	30.3	852.2	—
R-2	47.8.	28.3	7.6	193.0	9,681	6.39	59.8	—	—	705	48.6	5,290	44.0	0.0	23.6	29.4	33.3	836	—



第19図 Br⁻-I⁻ダイアグラムにプロットされた南関東ガス田および遠別・歌越別ガス田のガス付随水

第7表および第8表に示されているように 旭地区のガス付随水には著しい特徴がみられる。まずハロゲンであるが 塩素度(表のCl⁻)が標準海水並みの19,864mg/lになるように 計算し直したBr⁻およびI⁻の値 すなわち第8表のBr⁻* およびI⁻*を Br⁻-I⁻ダイアグラム上にプロットしてみると 第19図にみられるように それらの値は南関東ガス田のその右下側に分布する。これはガス層が南関東ガス田のそれより古いことを示す(福田・永田 1982; 福田ほか3名 1983; FUKUTA, 1985)。次に

Ca²⁺/Mg²⁺は最小10.92 また最大60.60で Ca²⁺が2次的に付加されていることを示す。とくに著しい特徴は HBO₂が最小826.2mg/l また最大858mg/l 平均841.7mg/l という大きな値を示すことである。これに関連して重要な水温から推定される地温勾配はおよそ9.1°C/100mもあるから HBO₂およびCa²⁺/Mg²⁺の大きな値は マグマの活動を反映しているものと推定される。

気になるのは水量であるが 斉藤(1979)がまとめた概況(第9表)によれば 昭和50年(1975)頃の水量はE-3が30l/min(43.2 kl/day) またE-6が55l/min(79.2 kl/day)である。しかし 完工時のE-6の水量は271l/min(390 kl/day)もあった。また 本ガス田における諸坑井は ガスを主に考えて位置選定されているため 背斜部に選定されているが 付随水を重点に考えれば 坑井は傾斜のゆるい下り傾斜側に位置選定されるべきであろう。狙い目は地質図(第12図)および断面図(第13図)のB'点付近より下り傾斜側と同じような地質条件のところで かつ地表条件のよいところであろう。そして 探鉱対象層は古丹別層第4部層基底部の粗粒砂岩である。

ここでもう一度第7表 第8表および第19図をみて頂きたい。一般に若い海成層においては 塩素度(第7表のCl⁻)は 貯留層の下り傾斜側に沿って行くと標準海水のそれまで増加し それと同時にBr⁻およびI⁻もこの割合で増加するから(福田・永田 1982; 福田ほか3名 1983; FUKUTA, 1985) 塩別・歌越別ガス田においては向斜軸に近づくにつれて I⁻は49.3~64.8mg/l(平均57.6mg/l)まで増加することが期待される。すなわち水量さえ十分にあれば 本ガス田はホウ素田でもあり ヨウ素田でもあり得るのである。

第9表 遠別旭温泉井の概況(斎藤 1979)

坑井名	掘さく年	深度(m)	孔 径(インチ)	仕上げ深度(m)	当初の状況	現在の状況	利用 状 況
E-3	昭47年	301.2	6"~4"	153~301.2	ガス量 1,700m ³ /day 水量 69.4l/min 水温 24.5°C	ガス量 300m ³ /day 水量 30l/min 水温 19.4°C	ガス、温泉とも健民センターに引き、ガスで温泉を加熱し、浴用に利用。
E-6	昭50年	370.5	12"~5"	241~370.5	ガス量 4,000m ³ /day 水量 271l/min 水温 34.0°C	ガス量 450m ³ /day 水量 55l/min 水温 31.7°C	ガスは暖厨房に利用。
R-2	大6年	482		抜管		ガス量 120m ³ /day 水量 27.4l/min 水温 28.2°C	浅野宅で上記と同様な利用

(斎藤 1979)