

## ヘリウムの推定根源岩について

——島根県簸川平野の例——

本島 公司\*

### Studies on the Presumable Source Rocks of Helium

—An Example in Hikawa Natural Gas Field, Shimane-ken, Southwest Japan—

By

Koji MOTOJIMA

#### Abstract

In the natural gas field near Lake Biwa, central Japan, the inflammable natural gases in the Quaternary deposits overlying the basement Cretaceous granite flow out from the artesian wells with groundwaters, and these gases contain a little amount of helium by 0.017-0.018% in volume. In the region, there are two presumable source rocks, one is the basement Cretaceous granite and the other is the arkose sands in the Quaternary sediments.

It is important to know the potential source rocks for the future estimation of helium resources in Japan.

In this study, the Hikawa natural gas field was picked up for an experimental field. This field is located along the Japan Sea in Southwest Japan and consists mainly of the Quaternary sediments intercalating arkose sands. Seven natural gas and five groundwater samples were analysed. The results obtained are shown in Table 1.

Helium was detected only from one sample (0.000n%) and not detected from the other six samples (detection limit : 0.0001%), and this distribution pattern is quite different from that in the natural gas field near the Lake Biwa. Therefore, arkose sands do not act as the principal source materials for helium. Accordingly, helium in natural gases from the Tertiary and Quaternary formations is mainly derived from the older basement rocks.

This result also shows that the distribution of helium reflects the geologic structures.

#### 要 旨

第四紀層から産出する天然ガス中に、ヘリウムが0.02%程度含まれる例が琵琶湖周辺から報告されていた。このヘリウムの根源岩としては、基盤の中生代花崗岩と第四紀層中のアルコーズ砂の2つが考えられる。

この問題を解くために、基盤花崗岩がなく、地質状況が簡単でかつ第四紀層にアルコーズ砂が発達する島根県簸川平野の産ガス地を研究フィールドとして、ヘリウムの分布を研究した。

得られた結果はヘリウムが1例だけ痕跡(0.000n%)で他はいずれも0.0000%であり、アルコーズ砂の影響が少ないことがわかった。したがって、わが国の新第三系および第四系中の天然ガスに含まれるヘリウムは、大部分が中生代ないし古生代の基盤岩から由来すると考えら

れる。このため、ヘリウムの分布は地質構造とも密接であることも判明した。

#### 1. はじめに

現在わが国で使用しているヘリウムはすべて輸入されたものである。アメリカ合衆国とカナダの天然ガス田のあるものは、その産する天然ガス中に0.4~15%程度もヘリウムを含むガスを産出し、それから経済的に分離されたヘリウムは海をこえてわが国へ運ばれる。

わが国においてヘリウム資源の研究を実施する場合に、大きなよりどころになったのはROGERS(1921)の論文で、これは古典的なしっかりしたものである。しかし、何分にもガスを産出する地層の地質時代や、ガス田を構成する地層の内容と発達状況においても、アメリカ大陸とわが国とでは大きな差が認められ、わが国でヘリウム資源を研究するためには、独自に解決しておかなければ

\* 技術部

ならない問題があることはいうまでもない。

この研究は、そのうちの特に新しい堆積層に含まれる炭化水素系天然ガス中に存在するヘリウムについて、その根源岩の問題を取り扱ったものである。

研究を行なうにあたって協力をいただいた島根県工業試験場の前場長田中弘蔵氏、同試験場の飯塚科技師、赤木和夫技師に深謝する。

なお本研究の天然ガスと地下水の分析は、地質調査所の米谷 宏技官と比留川 貴技官とがそれぞれ分担、実施したものである。

## 2. 研究の着眼点

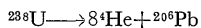
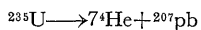
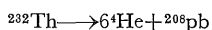
わが国のヘリウム資源を研究するにあたって、大きな技術的問題点が2つある。1つは、野外研究にさいして天然ガスの自然徴候や坑井を利用して得た各種の地球科学的資料が、どの程度の正確さをもって、これらを三次元的に拡張解釈するために用いられるかであり、他は、ヘリウムの根源岩についてである。

まず第一の、野外研究の測点で得た資料を、地域的に、垂直的に(主として深部に対して)どの程度用いられるか、という点について考察する。この問題に答える内容をもった研究には、常磐炭田についての詳細な研究結果がすでに牧ら(1969)および牧ら(1970)によって公表されており、またグリーンタフ地域に関する研究結果としては山形盆地周辺に関して、同じく牧ら(1966)によって公表されている。

これら地質条件の異なる2つの地域についての研究結果から導き出される結論は、“地域全体に比較的多くのヘリウムを含有する天然ガスがみられる場合に、その地域内でしばしば著量のヘリウムを含む天然ガスを発見することができる”ということであると著者は考える。すなわち、“全般にヘリウムの少ない天然ガスを産出している地域内に、異常に多くのヘリウムを含む天然ガスが、孤立的に産出することはない”，ということである。

次に第二の堆積層中にある天然ガスの根源岩についての問題は、この報文で主として取り扱った点である。わが国で天然ガスを比較的多く産出する地層は、新生代の堆積層である。またヘリウム資源の研究対象地域としては、可燃性の炭化水素を主とする天然ガスを産するところが多くとりあげられている。これらの天然ガスに含まれるヘリウムの根源岩については、大きくわけて2つが考えられる。すなわち、1つは新しい堆積層の下にある古い基盤岩であり、他は新しい地層を構成するもの(酸性岩から由来するアルコーズ砂などが特に重要)である。

そもそも地殻中にあるヘリウムは、主として



の生成式でつくられる。ヘリウムの生成速度は

$$1.16 \times 10^{-7} \text{ ml/g U/年}$$

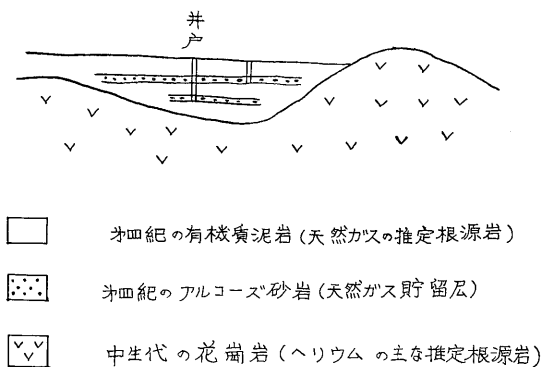
$$2.43 \times 10^{-8} \text{ ml/g Th/年}$$

とされ、U と Th の地殻における平均含有量はそれぞれ 4ppm および 11ppm である。また酸性の岩石にこれらの元素が濃縮しているのは、周知のことである。

上の式で説明したヘリウムの成因から判断すると、ガス層中のヘリウムが基盤から由来したのか、in situ でできたのかは、ヘリウムの資源を研究する上で大切である。

アメリカにおいても、天然ガス中のヘリウムが基盤から来たとする ROGERS (1921) や PICKARD (1962) などの考えと、in situ でできたとする PIERCE (1960) の考えとの2つがある。

わが国では、先にも述べたように、天然ガス層の地質時代が一般に新しいので、“一般に天然ガス中のヘリウムは中生代、古生代などの基盤岩に由来する”，という作業仮説を採用して、資源の研究を行なってきた。もっともこの仮説をとるにあたっては、かつてメタン系天然ガス資源(いわゆる炭田ガス)の面から、1960~1963年当時やや詳しくガス組成を研究した常磐炭田地域において、ヘリウムが広範囲にわたって、比較的均一性を保って分布する事実、すなわち基盤からのヘリウムが上位のガス層へ広く移動したらしいこと、が大きなよりどころになっている。



第1図 ガス貯留層と基盤との関係(琵琶湖付近の例)  
Relation between gas reservoirs and basement rocks (An example of Biwa-ko natural gas field)

しかし、UWATOKO(1927)の論文にも記載されているように、琵琶湖周辺の第四系の天然ガス中には、意外に多くのヘリウムが含まれ、その数値は

滋賀県東浅井郡小谷村<sup>注1)</sup> 0.017%He  
 滋賀県坂田郡米原<sup>注2)</sup> 0.018%He  
 に達している。その地質状況の概略は第1図のようである。すなわち、ヘリウムのおもな推定根源岩は中生代の花崗岩であるが、上位のアルコーズ砂などの果たす役割は不明である。

以上に述べたことから、基盤に花崗岩が直接来ず、かつ上位にウラン、トリウムを多く含むと思われるアルコーズ砂が堆積している島根県簸川平野のガス田で、ヘリウムの根源岩に関する研究をとりあげたわけである。

### 3. 地質状況

島根県下のヘリウム資源一般については、比留川(1968)の研究があり、これによって宍道湖・中海の低地帯の南側に関する一般状況をうかがうことができる。

簸川平野およびその周辺地域の天然ガスについては、本島(1962)の研究があり、それに地質一般も略述されている。

今回の研究で、天然ガスおよび地下水の試料を採取した位置は、第2図に示す7地点である。

斐川村付近(測点番号1, 2, 3)の地質は概略次のようである。

- 0~ 23m 礫を主とし泥炭をはさむ(第四紀)
- 23~ 55m 砂質粘土(第四紀)
- 55~ 152m 処々に凝灰岩の薄層をはさむ砂質泥岩

- (新第三紀, 海成層)
  - 152~ 158m 礫岩・砂岩(同上)
  - 158~ 200m 砂質泥岩(同上)
  - 200~1100m おもに砂質泥岩と頁岩(同上)
- また大社町付近(測点番号6)の地質は次のようである。

- 0~ 84m 砂・礫を主とし、有機質泥岩をはさむ(沖積世)
- 84~ 200m シルト質砂を主とし有機物をはさむ(洪積世)

さらに大社町東部の遙壱駅(測点番号5)付近の地質は次のようである。

- 0~ 70m 砂・有機質粘土・砂質粘土からなり基底礫岩をもつ(第四紀)
- 70~ 300m 凝灰質および石灰質砂岩を主とする。  
(新第三紀。メタン系のガスを含み地下水のCl<sup>-</sup>=4.77g/l)

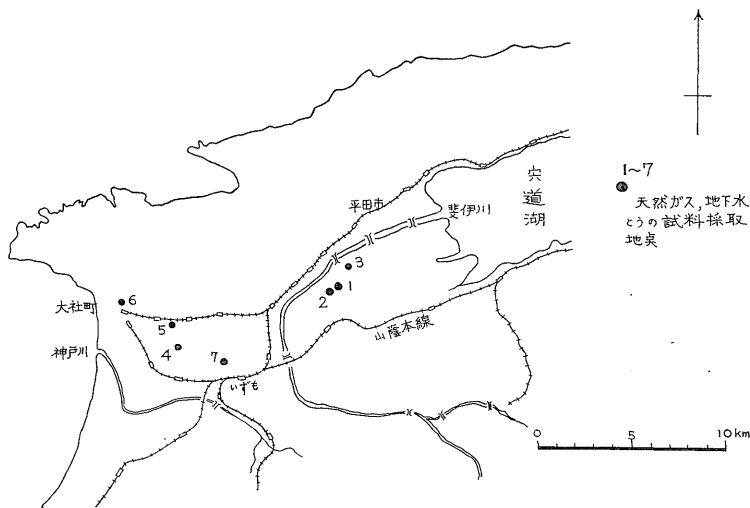
第四紀層は、中国山地に発達する中生代花崗岩の風化によってできたアルコーズ砂を多くもち、かつその中に水溶性のメタン系天然ガスを埋蔵する。これらアルコーズ砂の運搬は、斐川の流に大きく支配される。

### 4. 測点の配置とその説明

前節で述べたように、簸川平野の第四紀のガス層の直下には、海成の新第三系は来るが、中生代の花崗岩は来ない。

したがって、第四紀層の天然ガス中にヘリウムが存在

注1) 現滋賀県東浅井郡湖北町  
 注2) " 坂田郡米原町



第2図 島根県簸川平野における天然ガスと地下水試料の採取地点位置図  
 Sampling localities for natural gas and groundwater in Hikawa natural gas field, Shimane-ken, southwest Japan

すれば、そのヘリウムは第三系から移動してきたか、第四系をつくるアルコズ砂を含めた堆積物から生成したかのいずれかである。

測点はすでに述べたように第2図に示す地点に配列された。このうちで、もっとも第三系の天然ガスと密接な関係があるのは、測点番号5 (大社町入南) である。その第三系は砂岩が多く、その中に天然ガスと塩分のある地下水を含むことも、前節の地質の項でふれた。

測点番号1, 2, 3 (斐川村) では、新第三紀の泥岩 (この場合は古江層の泥岩) の直上に近いガス層からも試料を採取したが、この付近では新第三紀層は厚く、しかもその浸透率は小さい。

5. 観測結果

えらばれた7つの測点 (いずれも坑井) で得られた観測結果の概要を、第1表に示す。

坑井深度は7~75mに達するが、いずれも第四紀層だけを掘り抜いた坑井である。

測点番号5 (大社町入南) では、天然ガス中にヘリウムを痕跡 (0.000n%) 含むが、このガスは他の測点から得られたガスの質とことになって、CH<sub>4</sub> が74%と少なく、かわってN<sub>2</sub> が25%と多く、さらにCO<sub>2</sub> も1%以下であり、典型的な低ポテンシャルの水溶性天然ガスの組成である。水質面では、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> が483mg/l もあり、pH は7.0に達し、Cl<sup>-</sup> もやや多いし、Na<sup>+</sup> も多いことから考えると、やや古い、地層と割合よくなじんだ地下水であると思われる。

この測点 (番号5) 以外の地点では、いずれも典型的な第四紀層から産するガス組成と水質である。たとえば、CH<sub>4</sub>=89~95%, CO<sub>2</sub>=1.4~6.4%, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>=130~420 mg/l, pH=5.8~6.4, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>=2~15mg/l などが得られている。ここで注目されるのは、He=0.0000% が得られたことである。

6. 論議

大社町入南 (測点番号5) の、ガス質、水質ともに異

第1表 島根県簸川平野の第四紀天然ガス関連資料

Analytical data for natural gas and groundwater from Hikawa natural gas field, Shimane-ken, southwest Japan

地点番号	位置	坑井所有者	坑井深度 (m)	地質	ガス量 (m <sup>3</sup> /day)	水量 (kl/day)	ガスの利用状況	作井年月	水温 (°C)	天然	
										pH	Cl <sup>-</sup>
1	斐川村 原鹿	加藤邦一	15	第四系	1.....f	0.....f	自家用燃料	1949年8月		6.4	26.1
2	" "	錦織 進	15	"	1.....f	0.....f	"	1957		6.3	154
3	" 中原	江角喜夫	54	"	0.0n...f	0.....f	利用しない	1949		5.8	22.1
4	出雲市 浜町	井上善治	7	"	2.....f	0.....f	自家用燃料	1951			
5	大社町 入南	手銭要蔵	61	"	3.....f	20.....f	"	1959	17.5	7.0	136
6	" 馬場	金山友治	75	"	2.....f	有.....f	"	1962	19		
7	出雲市 渡橋	生長の家	10	"	1.....f	0.....f	利用しない	1965		6.4	34.2

地点番号	ガス付随水の化学単位 mg/l								天然ガスの組成 (vol.%)					
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe沈殿物	He	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
1	283	1.0	2.10	6.27	18.3	27.8	5.68	最も多い	0.0000	tr	0.22	1.97	95.07	2.74
2	419	1.0	15.3	12.6	118	32.1	23.7	多い	0.0000	0.0000	0.19	1.47	94.02	4.32
3	128	4.2	2.65	1.86	16.7	9.87	3.63	多い	0.0000	0.0000	0.16	0.81	92.66	6.37
4									0.0000	0.0000	0.14	2.32	95.00	2.54
5	483	1.4	13.1	14.0	207	10.4	10.3	最も少ない	tr	0.0000	0.40	24.70	74.24	0.66
6									0.0000	0.0000	0.11	5.75	92.00	2.14
7	157	0.6	1.94	3.34	37.0	18.2	7.04	中程度	0.0000	0.0000	0.18	9.70	88.76	1.36

f 自噴 He tr.....0.000n H<sub>2</sub> tr.....0.000n 現地研究: 本島公司 地下水の分析: 比留川貴 天然ガスの分析: 米谷 宏

常な地点だけで、0.000 n % He の分析値が得られたほかには、He はいずれも0.0000%であった。すなわち、簸川平野の第四系中のガスには、その堆積層から出されたヘリウムが分析の感度でかかる程度含まれていないことを示す。

大社町入南のガスは、低ポテンシャルの水溶性天然ガスであり、その中のヘリウムは、そのような状況下では検出されやすい。というのは、元来ガスの埋蔵量と、そのガス中に含まれるヘリウムの%との間には、大局的には逆相関関係が成立するからである。まして、下位の第三系からはもっとも影響を受けやすい地質条件がそこに存在するので、当地域内ですらただ1カ所だけヘリウムがここで検出されたのは妥当である。

以上に述べたことから考えると、わが国の地質的に新しい含ガス層中にみられるヘリウムは、その多くが中生代以前の古い基盤岩から移動して来たと考えるのが妥当と思われる。

このことは、琵琶湖周辺の天然ガス中に含まれる、およそ0.02%のヘリウムの根源岩についても同様と思われる。すなわち、その第四系中にある天然ガスのヘリウムは、その大部分の根源岩を基盤の中生代花崗岩にあおいでいると考えられる。

中生代以前の基盤岩からヘリウムが主として供給されるならば、ヘリウムを地質構造解明のトレーサーとして有効に用いるはずであり、実際にこのことは一部わが国で利用され、公表されている。

## 7. 結 論

島根県簸川平野のガス田を実験フィールドとして、ヘリウムの根源岩について研究した結果次のことが判明した。

- 1) 第四紀層、特にその中のアルコーズ砂は、第四系中に含まれるメタン系天然ガスに対して、多くのヘリウムを供給しない。
- 2) 新第三系中の砂岩は、第四系基底部の礫岩中にある水溶性天然ガスにわずかに含まれるヘリウムの推定根

源岩にはなりうる。

3) 一般にわが国の第四系および新第三系に含まれるメタン系天然ガスに伴われるやや多量のヘリウムは、基盤岩を構成する古生代および中生代の岩石から主として由来する。

4) したがって、ヘリウムの分布を求めると地質構造の解明に役立つことが多い。

(昭和45年7月稿)

## 文 献

- 比留川 貴(1968): 島根県下のヘリウム資源について、地質調月, vol.19, no.10, p. 31-42
- 牧 真一・他3名(1966): 山形県下のヘリウム資源について、地質調月, vol.17, no.11, p. 23-43
- 牧 真一・他2名(1979): 常磐炭田の天然ガスに関する地球化学的研究、地質調月, vol.20, no.6, p. 29-43
- 牧 真一・他5名(1970): 常磐炭田多賀地域のヘリウム資源について、地質調月, vol.21, no.5, p. 2-25
- 本島公司 (1962): 島根県松江・出雲市付近の天然ガスについて、地質調月, vol.13, no.10, p.39-76
- PICKARD, M. D. (1962): Occurrence and origin of Mississippian gas in Four Corner Region, *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists*, vol. 46, no. 9.
- PIERCE, A.P.(1960): Studies of helium and associated natural gases, *U. S. G. S. Prof. Paper*, 400-B.
- ROGERS, G. S. (1921): Helium-bearing natural gas, *U. S. G. S. Prof. Paper*, 121.
- UWATOKO, K. (1927): The sedimentary natural gas from oil and coal fields of Japan, *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists*, vol.11, no.2.