

山梨県早川町における 四万十帯の天然ガス徴候地について

矢崎 清貫* 影山 邦夫* 粕 武**

YAZAKI, Kiyotsura, KAGEYAMA, Kunio and KOMA, Takeshi (1981) Natural gas in the so-called Shimanto Belt in Hayakawa-machi, Yamanashi Prefecture, Central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 32(5), p. 259-274.

Abstract: The triangular area in Hayakawa-machi, Yamanashi Prefecture, in which many gas indications were found is located in the so-called Shimanto Belt and occupies a part between the two tectonic lines, the Median and the Itoigawa-Shizuoka Lines. The sedimentary rocks in the area are included in the Setogawa Group which is divided into two formations, the upper one is the Sumise Formation and the lower one is the Amahata Formation. The supposed geologic age of the two formations is Paleogene. Both the two formations are composed of the alternation of sandstone, clayslate, phyllite, and chert, with the total thickness of about 2,000 meters. The central part of the area is characterized by the intense folds and reserve faults with a general trend of NW-SE direction.

Many gas indications were found on the axial part of the folds and on the near-surface part of the thick monoclinical sand beds. In addition, the gas indications have been found only in the Sumise Formation and only in the eastern part of the Kusashio-Ooshima Fault. The gas production well in Kusashio is located on the axis of the intensive fold and the gas reservoir is the crushed zone of the intensive fold.

The chemical type of the gases is $\text{CH}_4 \gg \text{N}_2$ with relatively high content of CH_4 as shown in the followings:

$\text{CH}_4=80-90 \text{ vol. } \%$ $\text{N}_2=10-20 \text{ vol. } \%$ $\text{CO}_2=0.1-0.4 \text{ vol. } \%$

About 80% of the gas samples contain helium(He), argon(Ar) and heavy hydrocarbon gases (C_2 plus). It was noticed that the higher the carbon content in the surface muddy rock samples the more the gas indications in the same area. It is considered by the data of chemical analysis for the sedimentary rocks from the area that natural gas has been generated from the carbonaceous muddy rocks of the Setogawa Group under the maturation stage of the post oil-generation for dispersed organic materials.

要 旨

山梨県南巨摩郡早川町の要請により、同町草塩付近に発見された可燃性天然ガス徴候地付近の地質調査ならびにガス徴候地調査を実施した。天然ガスが湧出した付近は、糸魚川—静岡線と中央構造線とに挟まれた三角地帯に相当し、いわゆる四万十帯に入る。天然ガス湧出地点は、ほぼ北から南へ流路をとる早川中流域にあって、やや開析された段丘面に掘られた深度 300m の温泉源を目的とした坑井である。坑井付近を構成する地層は、主として粘板岩・千枚岩と砂岩との互層からなる時代末詳の瀬戸川層群である。付近は、N-S 方向・NW-SE 方向及びほぼ E-W 方向の断裂帯が顕著に発達し、地層は急傾

斜を示し、一部では逆転層がみられ、地層の上・下関係も明らかでない場所もある。

ガス徴候地は、本坑井以外に 8 カ所を確認した。ガス組成は、 $\text{N}_2 \cdot 10-20 \text{ vol. } \%$: $\text{CH}_4 \cdot 80-90 \text{ vol. } \%$ で、いわゆる古期岩層中のメタンガスで $\text{CH}_4 \gg \text{N}_2$ 型である。本坑井でみられるガス量は、自噴で、 $20-200 \text{ m}^3/\text{day}$ である。

1. 緒 言

本報告は、山梨県南巨摩郡早川町の申請による、同町内草塩付近の天然ガス坑井及びその周辺の地質及び天然ガス徴候の受託調査の結果である。地質調査は矢崎・影山が担当し、ガス徴候の地化学的調査を粕が担当した。

早川町では、公共事業の一環として、福祉・過疎対策

*燃料部 **技術部

及び観光資源開発・利用の立場から、従来からある奈良田一西山温泉の泉源の南方延長部に温泉開発を企画し、神奈川県温泉研究所の指示にしたがい、早川町草塩に深度300mの泉源探査坑井の掘さくを計画し、昭和52年度に実施のはこびとなった。坑井深度33m付近において、多量のガス気泡を認め、山梨大教育学部浜野一彦教授の現地調査ならびに技術指導を得た結果、可燃性天然ガスであることが判明した。その結果本受託調査の申請となり、53年11月15日-11月25日迄の11日間の調査を行った。

山梨県下の可燃性天然ガスに関する調査としては、中巨摩郡甲西町荆沢地区の天然ガス徴候地調査が実施されている(兼子・藤原, 1948)。

最近になって、甲西町よりやや南で掘さくされた水井戸用坑井からも、大量の可燃性天然ガスの突出事故があった。

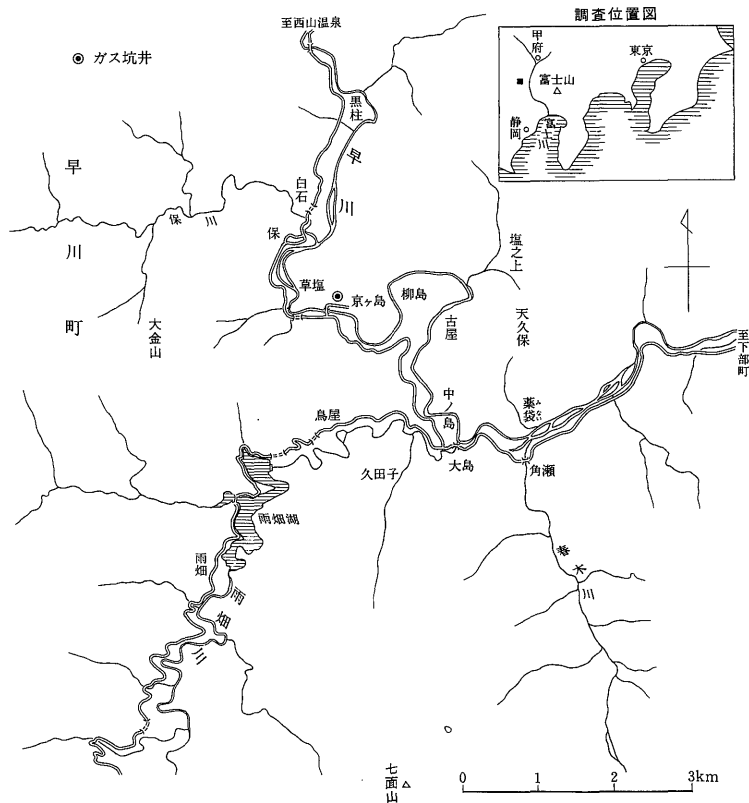
この2つの天然ガス徴候地は、距離的にも近く、同一母層からの供給であることが推定されるが、兼子・藤原(1948)によると、古甲府湖の第四紀堆積物からの供給であろうという。したがって、本地域の四万十帯の天然ガスとは本質的な相違がある。

わが国の可燃性天然ガス鉱床は、一般に新第三紀層及び第四紀層中に胚胎されている。本地域のような新第三紀より古い地質時代の堆積岩中の天然ガス徴候地は、炭田ガス地域を除いて、多くない。とくに、本地域に掘られた坑井のように、日産数10 m³ という量のガスを産出するガス徴候は、現在まで報告されたことがない。

本文に入るに先立ち、数々のご助言をいただいた山梨大学教育学部浜野一彦教授・同角田謙朗講師、及び技術部の本島公司技官・元技術部牧真一氏、ならびに現地においてご協力いただいた早川町職員各位に満腔の感謝の意を表するとともに、本稿の公表を許可された早川町に対し、厚く感謝の意を表する。

2. 地 形

本地域は、日本第二の高峰北岳(3,192m)をはじめ、間ノ岳(3,188m)及び農鳥岳からなる赤石山系(南アルプス国立公園)とこれにほぼ平行に連なる鳳凰山-楡形山山系とに挟まれており、高い山地と、深く刻みこまれたV字の渓谷とによって特徴づけられる。この2つの山系を分断する溪谷が早川である。早川は、間ノ岳の北側

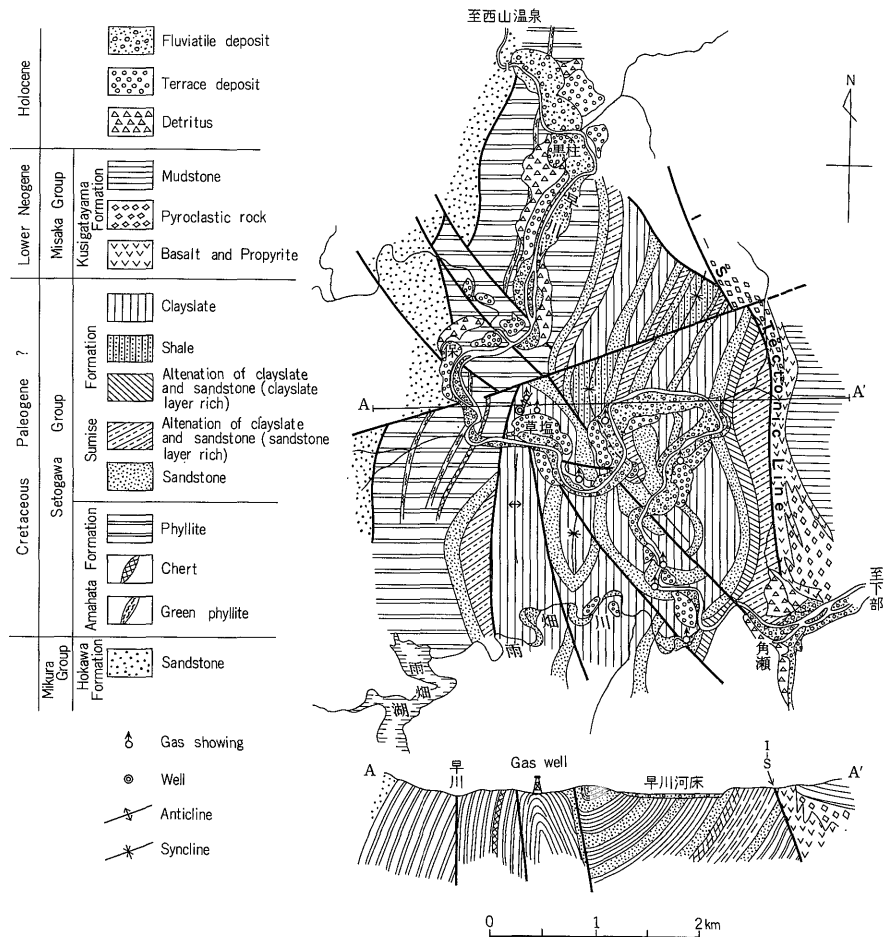


第1図 早川町付近の地形図

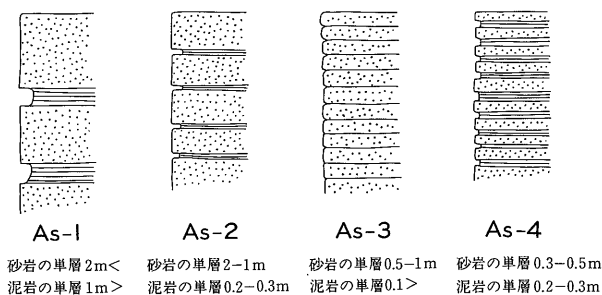
斜面に源を發し、上流域で野呂川と呼び、最近自然破壊でマスコミの話題をよんでいる野呂川林道(南ア・スーパー林道の一部)に沿って南下し、奈良田湖-西山温泉をへて、早川中流草塩付近において第1図のように流路を東へ変え、下部町付近で富士川に合流する。河川の主なものは、ほぼ南北の流路を示すこの早川を基幹として、西方静岡県境付近から源を發し東西方向の流路を示す黒桂河内川、保川及び雨畑川などがある。これらの河川のうち河岸段丘を形成しているのは、早川の中流から下流にかけてと、雨畑川の中流域のみである。その他の河川ならびに早川の上流域は、安息角以上の急斜面を形成していて、平坦面はほとんどみられない。このことを裏づける資料として、早川町行政区のうち、耕地は僅かに10%以下で、その他の90%以上が山地という結果が報告されている。

3. 地 質

赤石山系の西側を通り静岡県をへて西南日本につらなる中央構造線と糸魚川-静岡線とに挟まれる本地域は、西南日本外帯に属し、四万十帯といわれる地質構造単元に入る。とくに糸魚川-静岡線は、第2図でもわかるように本地域東方にみられ、ガス湧出坑井とは3kmと離れていない。本地域の層序は、山梨県地質図(1:100,000)・同説明書によると、第1表に示すとおりである。このうち本調査地域に分布する地層は、保川流域に露出する三倉層群の一部及び瀬戸川層群と御坂層群の一部である。各地層名については、第1表に示す山梨県10万分の1地質図及び説明書の地層名をそのまま使用する。したがって、本調査地域に分布する地層は、新期のものから、楢形山層(御坂層群)、角瀬層・雨畑層(瀬戸川層群)、及び



第2図 早川町付近の地質図 (矢崎・影山, 1978)



第3図 互層の区分

第1表 早川町付近の地質層序

新 第 三 紀	鮮 新 世	富 士 川 層 群	曙 層	
			烏 森 山 層	
			相 又 層	
			下 部 層	
	中 新 世	御 坂 層 群	桃 の 木 層	
			櫛 形 山 層	
	古 第 三 紀 — 白 亜 紀 — ジ ュ ラ 紀	(時代未詳)	瀬 戸 川 層 群	春 気 川 層
				角 瀬 層
雨 畑 層				
三 倉 層 群		保 川 層		
		小 仏 層 群	小 菅 層	

保川層(三倉層群)となる。これらの地層は、ほぼ南北方向の帯状分布を示し、東側(富士川より)が新期の地層で、西側の山岳地帯(県境より)にゆくほど古い地層によって構成されている。これらの各地層の厚さは、櫛形山層200m+, 角瀬層1,000m, 雨畑層970m, 保川層350m+である。櫛形山層は新第三系の下部中新統に相当し、角瀬層, 雨畑層及び保川層は時代未詳とされているが、古第三系とする考えが有力である。

付記 互層についての区分

筆者らは、調査にあたってできるだけ100分の1地質柱状図を作るようにつとめ、とくに互層の形式に注目した。本地域にみられる砂岩勝ち互層のタイプには、第3図

に示すように、AS-1, AS-2, AS-3, 及び AS-4 の4つが認められる。これら是对比の目安にもなると思われる。同様に、泥岩勝ち互層にもいくつかのタイプが想定されるが、本地域については明らかでない。

3.1 三倉層群(千谷, 1931)

静岡県内の模式セクションでは、三倉層群は四万十層群の一部に属する。岩相は砂岩頁岩互層, 砂岩, 及び頁岩より構成され、地質時代は古第三紀~白亜紀といわれている。従来は、上位の瀬戸川層群と不整合及び断層で接しているものと考えられていたが、最近では瀬戸川層群と同時異相といわれている。

3.1.1 保川層(山梨県地質図編纂委員会, 1970)

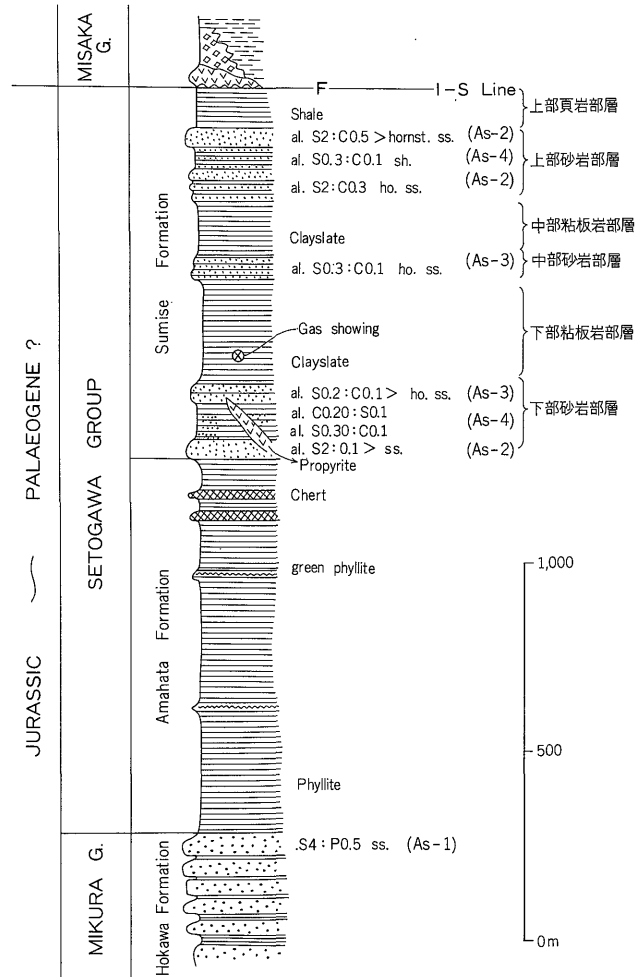
分布: 保川下流から大金山東側斜面
層序: 下限不明, 上限は瀬戸川層群の雨畑層と大部分断層で接するが、一部では整合と推定されている。
岩相・層厚: 風化面では褐灰色、新鮮な場所では青灰色を呈する塊状中粒硬質砂岩で、石英・長石を主体とし、一見ホルンフェルス状を呈する。この砂岩層は2-4mの層厚を示し、互層状に入る粘板岩は厚さ70-30cmである。粘板岩は暗灰色硬質板状で、場所によりホルンフェルス状を呈する。とくに走向方向に発達する断層破砕帯では、一部が黒色粘板岩ないし千枚岩状を呈する。

互層のタイプで区分すると、第4図に示すようにAS-1である。下限が不明であるが、層厚は350m以上である。本層中には化石を発見していない。

3.2 瀬戸川層群(千谷, 1931)

静岡・山梨県下に分布する瀬戸川帯とよばれる構造帯に含まれる。岩相は一般に塩基性海底火山岩類, チャート, 乱泥流堆積物などを含む地向斜堆積物よりなる。

本地域にみられる瀬戸川層群は、雨畑層及び角瀬層の2つの累層から構成され、調査地域北部の黒柱部落から早川流域に沿い雨畑川下流をへて春木川にかけて帯状に分布する。調査地域の西部では、下位の三倉層群と一部が断層で接し、東部では糸魚川-静岡線(I-S線)と接



第4図 地質柱状図

している。下位の雨畑層は黒色-暗灰色の千枚岩及び粘板岩を主とし、上部の角瀨層は暗灰色粘板岩と黄褐色-青灰色の砂岩の有律互層を主とし、一部には輝緑凝灰岩の薄層が介在している。全体の層厚は2,000m内外で、このうち下位の雨畑層が970m、上部の角瀨層が約1,000mである。

本層群中からは、時代を決定するような化石は発見されていない。角瀨層の一部には I-S 線近くで幅 1-2 m の変質安山岩岩脈の貫入がみられる。

3.2.1 雨畑層 (山梨県地質図編纂委員会, 1970)

分布: 保川層の東側に位置し、西山温泉付近から早川流路に沿って南下し雨畑川中流域へ連なるほぼ南北方向の帯状分布を示している。

層序関係: 一般的にみると下位の保川層とは一部が断

層で接するが、整合関係が推定される、上部の角瀨層との関係も整合である。

岩相・層厚: 本層は暗灰色-黒色の粘板岩及び千枚岩を主体とし、うすい砂岩、輝緑凝灰岩、及びレンズ状のチャートを介在する。粘板岩は有機質にとみ一部は片理を示す。砂岩は下位の保川層や上部の角瀨層のものと同様のもので、風化面で黄褐色、新鮮な面で青灰色を呈する硬質塊状中粒砂岩である。この砂岩は互層を示さず、厚さ 2-4 m の単層として介在している。緑色千枚岩は草塩西方山地斜面に厚さ 10m 内外のものが 2 枚みられるが、そのうちの 1 枚は、地域北部までのびている。本岩は一部緑泥石化され千枚岩状片理が発達している。チャートは、草塩西部の早川流域左岸から、早川に沿い、保部落の河岸までの間に、点々として連なってい

る。厚さは不規則で、0-0.5mのレンズ状を呈するものと、厚さ0.1m以下の脈状のものがあるが、いずれもこの付近に集中してみられる。チャートが集中して介在する付近の層準には、径0.1-0.5mの炭酸塩分の多い団塊が多く散在し、特徴となっている。

層厚：下限を断層で切られているが、見られる限りで970m以上と考えている。

本調査地域にみられる本層中の塊状砂岩、輝緑凝灰岩、及びチャートが占める割合は、僅か10%以下であって、残りの90%強は有機質に富む泥岩を主体としている。

3.2.2 角瀬層 (山梨県地質図編纂委員会, 1970)

分布：調査地域東部の大半を占め、主として早川左岸の山地及び早川の流路が南北方向から東西方向に変化する草塩部落から春木川付近にかけて広く分布する。

層序：下限は雨畑層と整合で接し、上限は糸魚川-静岡線によって断たれている。

岩相：本層は第4図に示すように、岩質から、下部砂岩部層、下部粘板岩部層、中部砂岩部層、中部粘板岩部層、上部砂岩部層、及び上部頁岩部層の6部層に区別される。下部砂岩部層は、下位からAS-2・AS-4の互層、粘板岩、AS-3の順に重なり、中部砂岩部層は3つの砂岩部層のうちもっとも薄いもので、AS-3の互層だけによって形成されている。上部砂岩部層は、下からAS-2、AS-4、及びAS-2の互層の順に重なっている。3つの粘板岩を主体とする部層のうち下部粘板岩部層は、3者のうちでもっとも厚く、中部粘板岩部層はうすい。上部頁岩部層は頁岩を主体とする岩層によって形成されている。

砂岩は風化面で黄褐色-褐色であるが、新鮮なものは

青灰色-灰色を呈し、硬質で、石英・長石粒がみられるが、いわゆるホルンフェルス状を呈している。

下部層及び、中部層の粘板岩は、暗灰色-暗黒色を呈し、3cm内外の板状・リズムカルな縞状を示し一部では片岩状を呈する。概して、緻密・堅硬であるが、ホルンフェルスまでにはいたっていない。上部頁岩部層は、下位の2つの粘板岩部層と異なり、主として暗灰色-灰色を呈し、厚さ7cm内外の板状を示す頁岩によって構成されている。下位の2つの粘板岩部層と比較すると、塊状で、下位の粘板岩を主体とする部層とは、変質(圧縮)の度合が多少異なるものと考えている。

このほか本層の下部層の分布する糸魚川-静岡線近くには、幅2-4mの安山岩岩脈の貫入がみられる。

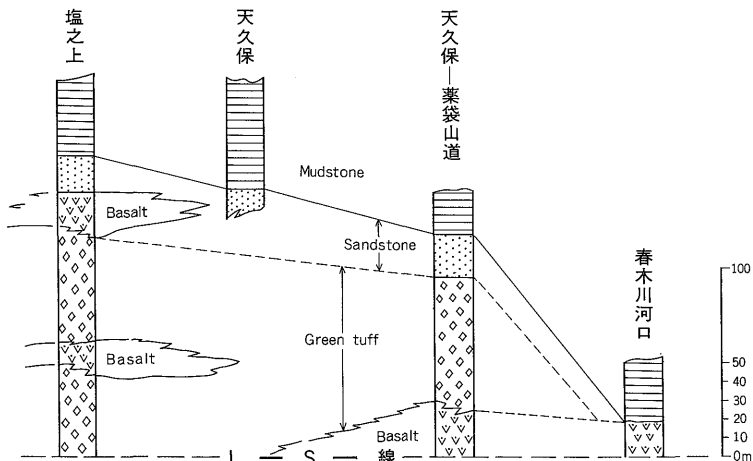
層厚：下部砂岩部層、200m・下部粘板岩部層、280m・中部砂岩部層、50m・中部粘板岩部層、150m・上部砂岩部層、200m・上部頁岩部層、100m以上で、合計980mと推算される。このうち、砂岩部層の占める厚さは450mで、残り530mが粘板岩-頁岩からなる泥質岩部である。したがって、本層は従来いわれていた様な砂岩を主体とする互層ではなく、むしろ泥相部主体の互層ということになる。

3.3 御坂層群 (鈴木, 1887)

本調査地域には、糸魚川-静岡線以東の山地に御坂層群楡形山層の小分布がみられる。本層群は、泥岩、緑色凝灰角礫岩、及び玄武岩質安山岩によって構成される。層厚は、200m内外が確認されている。

楡形山層 (田中, 1930)

分布：糸魚川-静岡線以東の塩之上西方山地と部落周辺の耕地、天久保付近及び葉袋から天久保にいたる山道付近、ならびに早川南側春木川河口付近にほぼ南北方向



第5図 御坂層群とI-S (糸魚川-静岡)線との関係

の配列を示して分布している。

岩相・層厚：本層は主として緑色凝灰角礫岩，粗粒・中粒凝灰質砂岩，暗灰色-青灰色泥岩，及び玄武岩質変朽安山岩によって構成される。糸魚川-静岡線付近における本層の岩相を示したのが第5図である。すなわち，塩之上西方の山地では，下から緑色凝灰角礫岩に始まり，2枚の玄武岩を挟み，砂岩・泥岩という累重関係がみられる。天久保-葉袋の山道では，下位から玄武岩，緑色凝灰角礫岩，砂岩，及び泥岩という累重関係がみられるが，塩之上のような玄武岩はみられない。また，春木川河口では，天久保-葉袋の山道と同じように，玄武岩質変朽安山岩に始まるが，緑色凝灰角礫岩，及び砂岩を欠き，泥岩となる。

層厚：全体の厚さは約200mでこのうち，緑色凝灰角礫岩がもっとも厚く最大約120mを示し，ついで泥岩約60m，砂岩約15mの順になっている。玄武岩は上下2枚がみられるがいずれも20-25mの層厚を示している。しかし第5図に示すように横への層相変化が著しく，場所によってかなり異なる累重関係を示している。

本層には，*Lepidocyclina japonica* などの大型有孔虫化石の産出がすでに報告されていて，下部中新統とされている。

3.4 現世堆積物

本調査地域にみられる現世堆積物は，岩屑堆積物，河岸段丘堆積物，及び河床堆積物である。

4. 地質構造

4.1 主な断層

本地域にみられる断層は，方向性の頻度分布と，落差の大・小の頻度分布から検討すると，NW-SE方向，N-S方向，NNE-SSW方向，及びE-W方向の4系統に

大別される。N-S方向及びNNE-SSW方向のものは頻度は大きいが落差は小さい。これに対して，E-W方向のものは頻度は小さく落差は大きい。この2つの断層系の中間的要素を示すものが，NW-SE方向を示す断層である。

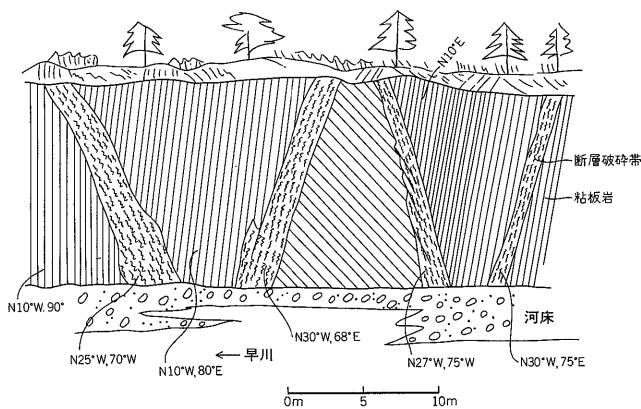
草塩断層：草塩部落北側山地中腹からNEE-SWW(ほぼE-W方向)方向を示す推定断層で，横ずれの成分が主体であり，断層の北側と南側で，約700mの食い違いがみられる。

草塩一大島断層：草塩部落より大島部落(雨畑川と早川との合流点付近)に達するNW-SE方向の断層である。第6図に示すように，この断層は4本内外の断層群で，いずれも幅2-4mの顕著な断層破碎帯を伴う。この断層は相対的に西側ブロックが落下する垂直変位を主とする断層と推定される。

草塩-葉袋断層：京ガ島部落付近から柳島をへて葉袋部落に達する本断層は，前出の草塩一大島断層にほぼ平行するもので，NW-SE方向を示す断層である。本断層には草塩一大島断層にみられるような顕著な破碎帯は確認されていない。本断層は草塩一大島断層に付随するものであろう。

糸魚川-静岡線：本断層は本地域の東部葉袋付近から塩之上部落西側山地をへて，北部の早川部落東側山地へと連なるもので，本調査地域では葉袋から天久保に至る山道で確認される。ここでは東側の御坂層群の玄武岩と西側の瀬戸川層群の角瀨層とが接している。断層面はほぼ垂直に近いが，やや東へ傾斜する。本構造線の東側地塊の御坂層群は，西側の瀬戸川層群と，構造の点で大きな差異が認められる。

N-S方向の断層：主な断層としては草塩-鳥屋断層及び草塩-久田子断層などがあるが，いずれも垂直変位



第6図 早川流域にみられる草塩一大島断層の露頭スケッチ

を主とする。

このほか第7図に示すように多くの断層が確認されるが、大部分は走向に平行ないわゆる走向断層で、垂直的な変位が主である。これらの断層の多くには、幅0.3-2 mの断層破砕帯が部分的に発達し、方解石脈10 cm内外が形成されている。

以上の断層は、全般に70度以上の傾斜角度を示すが、第7図にみられる草塩背斜の西翼に相当する付近には、

第8図にみられるような低角度の小断層が集中的に形成されている部分がある。このような断層は、この付近だけに発達し他では見られないことから、天然ガス湧出機構に関連していることも考えられる。

4.2 走向・傾斜

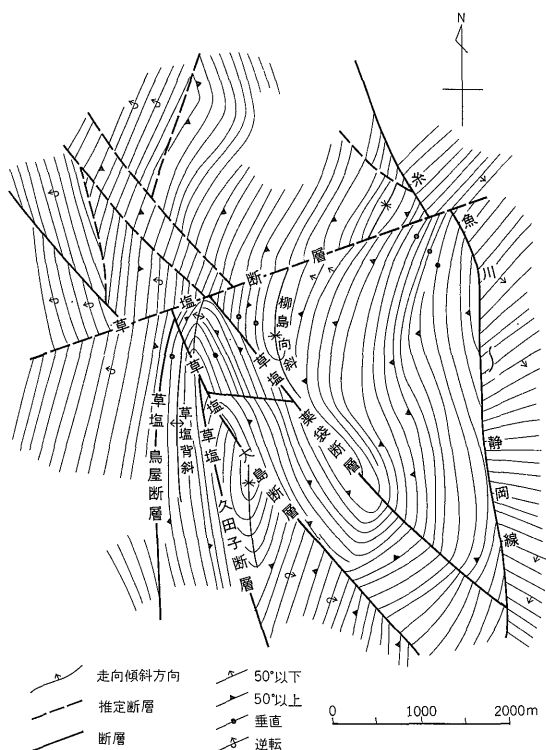
本地域の瀬戸川層群の走向は、第7図に示すように、ほぼ南北方向を示すものが圧倒的に多い。これに対し、御坂層群の一般走向はほぼ東西方向を示し、瀬戸川層群の一般走向とほぼ直交する。

瀬戸川層群の傾斜は一般に50°以上に急斜しているが、柳島向斜と草塩断層が接する付近では一部40-50°で比較的緩傾斜を示す部分も認められる。

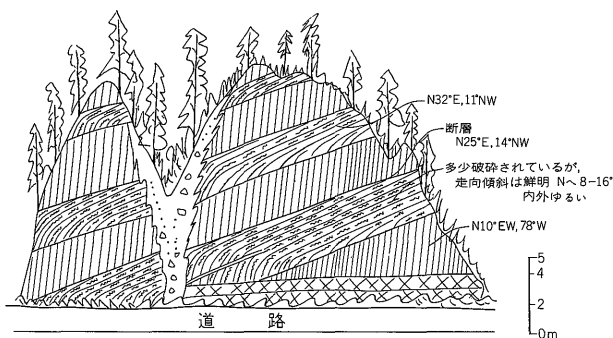
三倉層群の保川層及び雨畑川流域の雨畑層の一部には、垂直-逆転層がみられる。御坂層群は30°以下の緩傾斜を示し、走向と同様傾斜においても瀬戸川層群と異なる。

4.3 背斜・向斜

本調査地域のほぼ中央部の角瀬層分布地域には、第7図に示すような草塩背斜と柳島向斜がみられる。草塩背斜は天然ガス湧出坑井付近から雨畑川流域へのびるものと予想される。この背斜は、西翼部では80-90°の急傾斜を示し、東翼部では約70°に傾斜をする非対称背斜である。柳島向斜は柳島部落付近から京が島部落北方まで追跡されるが、草塩断層によってたたれ、その延長と思われる部分は調査地域北方の山地にのびているものと推定される。その南延長は、草塩-葉袋断層及び草塩-大島断層らによって断たれながらも、草塩-大島断層と草塩-久田子断層に挟まれる地塊まで連続するものと思われる。本向斜は、西翼が80-90°と急傾斜しているのに対して、東翼では25-45°内外の緩傾斜を示す非対称向斜である。



第7図 地質構造と走向



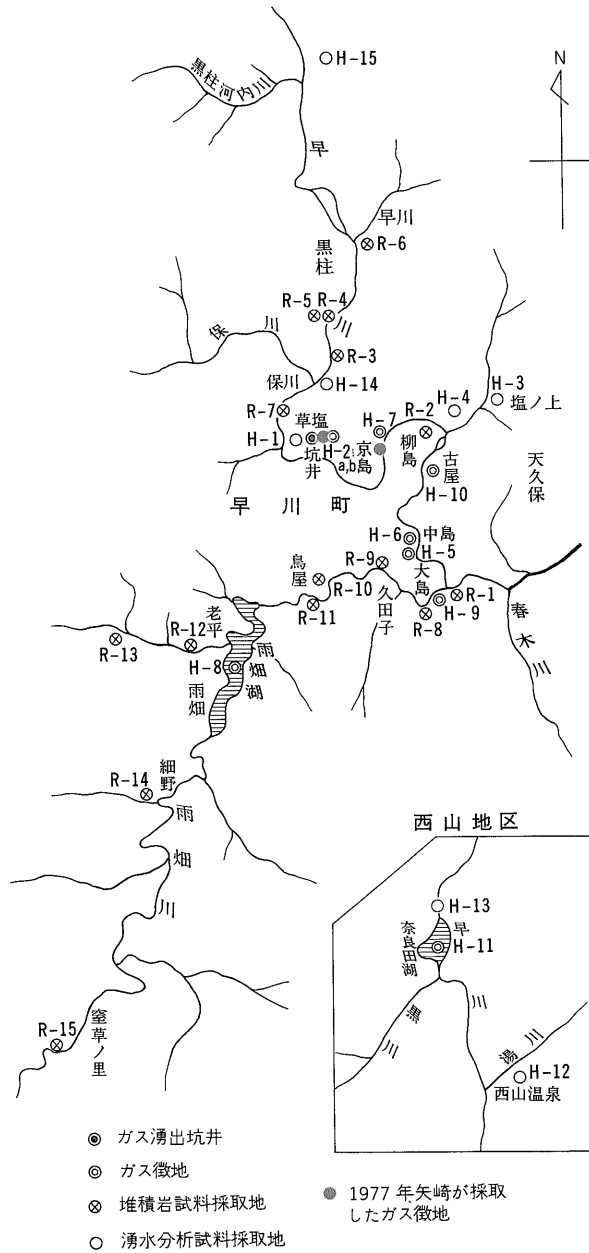
第8図 低角度断層に伴う粘板岩の走向傾斜のみだれを示す露頭スケッチ(草塩-保川の山道)

5. 天然ガス

5.1 天然ガス徴候地

本地域の産ガスは四万十層群と考えられている古第三紀から白亜紀の地層にみられ、本邦の産ガス層としては

古い地質時代のものに属する。確認されているガス徴候地は、第9図に示すように、坑井を含めて、9カ所である。多くのガス徴候は、早川流域内河川敷地内及びダム湖面の水におおわれた場所に観察される。このことは、無臭・透明な気体である遊離ガスの識別が、主に水中の



第9図 ガス徴候地及び試料採取位置図

気泡によってなされているためである。これらのガス徴候以外でも水とかかわりがないために確認されないガス徴候の存在が予想される。

ガス湧出量は坑井をのぞくと微量で、雨畑湖H-8地点の0.3 m³/dayが最高、H-a 地点の0.01 m³/dayが最低である。

坑井にみられるガスは、調査当時、掘進中であったため湧出状態の全貌を知ることができなかった。矢崎・大場 (1978) が確認した事項ならびに現場担当者らの話を総括すると、掘さく深度 156-178m 付近において大量の天然ガスが噴出する事故に遭遇し、掘さくが一時中止されている。ガス噴出層準は、深度33m 付近(第1層)、63m 付近(第2層)及び156-178m (第3層) にかけての3層が確認されている。いずれも粘板岩及び千枚岩中の破砕帯を胚胎層とするガス層である。ガス噴出量は第1層と第2層の合計で14-17 m³/day、第3層で30-250 m³/day (目測)である。ガス付随水の水量は第1層と第2層の合計で17-20 m³/day、第3層ではほとんど湧出が認められていない。第3層は水を伴わないフリーガス層と推定されている。本坑井は角瀬層の背斜軸部に掘さくされ、昭和53年5月角瀬層中の深度301.5mで掘り止め、下記の仕様で坑井仕上げを行い、揚水試験及び、産ガス試験が実施された。

掘さく坑径及びケーミング径は、深度0-15mがそれぞれ244.5mm及び200mm。深度15-171mがそれぞれ193.7mm及び150mmで、深度171-301m(掘り止め)の間は98.4mmの裸坑である。ストレーナーは延べ38.5mで、この内訳は深度17-22.5m、61.0-66.5m、77.5-99.5m、149.0-154.0m、及び165.5-171.0mで、171m以深は裡坑である。坑井内温度は-20mで16.5℃、-290mで23.9℃で、一般的な増温率を下廻る。エアリフトによる水量は-70mの水位降下の場合、約15 t/dayといわれている。

5.2 天然ガス組成

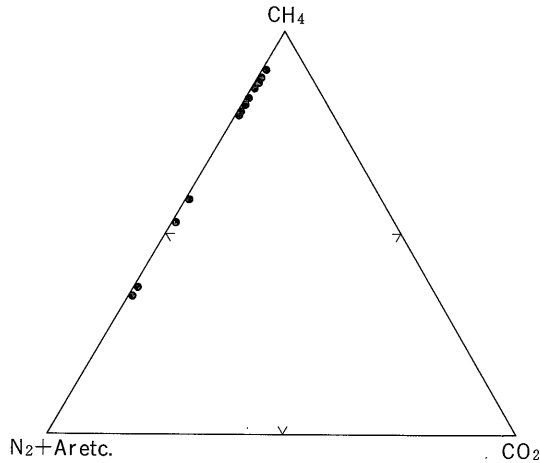
本地域のガスは、明らかにCH₄ ≧ N₂型であり、CO₂が著しく低いのが特徴である(第10図)。一般に古い時代の本邦ガス鉱床では産ガス量の少ないガスの多くはCH₄が少なく、N₂の多いことがガス鉱床の地質時代に関係なく認められる。

一方、新しい時代のガスにはCO₂の占める比が大きい。これはガス状のCO₂は長い間、地層中の地下水と共存する時には、HCO₃⁻に移化し、さらに炭酸塩鉱物を作って、ガス及び水の系から除かれることにより古い時代のガスはCO₂含量が著しく低くなると考えられる(本島ほか、1962)。本地域のガス組成にみられる特徴はこのような本邦の古い時代のガスに共通するものである。

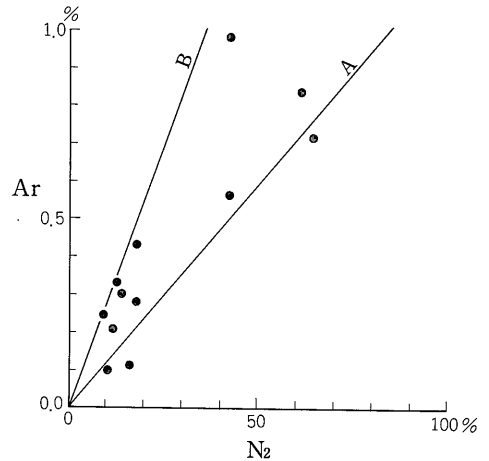
第2表 山梨県早川町天然ガス(露頭)分析表

試料 no.	He	H ₂	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₃ H ₈	i-C ₄ H ₁₀	n-C ₄ H ₁₀	i-C ₅ H ₁₂	n-C ₅ H ₁₂	N ₂ /Ar
H-2.a	0.001	0.0004	0.93	18.54	0.43	0.37	79.73	0.00000	0.00000	tr.	0.00018	0.00018	0.00018	0.00009	43
H-2.b	0.002	tr.	0.21	41.52	0.56	0.21	57.50	tr.	0.00000	0.00075	0.00021	0.00032	0.00021	0.00021	74
H-5	0.001	0.0001	0.46	17.28	0.28	0.09	81.88	tr.	0.00000	0.00427	0.01145	0.00164	0.00100	0.00036	62
H-6	0.001	0.0001	0.61	11.20	0.21	0.17	87.81	tr.	0.00000	0.00146	0.00043	0.00052	0.00034	0.00026	53
H-7	0.003	0.0003	0.53	64.55	0.72	0.32	33.88	0.00000	0.00000	0.00190	0.00053	0.00053	0.00042	tr.	90
H-8	0.0001	0.0002	4.20	42.00	0.98	0.32	52.50	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	43
H-9	0.0003	0.0001	0.48	12.51	0.33	0.10	86.58	tr.	0.00000	0.00509	0.00106	0.00135	0.00057	tr.	38
H-10	0.001	0.0003	0.30	8.84	0.25	0.20	90.41	tr.	0.00000	0.00108	0.00030	0.00039	0.00000	0.00000	35
H-11	0.000	0.0001	6.76	13.53	0.30	0.19	79.22	tr.	0.00000	0.00135	0.00048	0.00058	0.00029	tr.	45
坑口ガス	0.004	0.0006	0.05	10.86	0.10	0.16	88.83	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-	-	109
坑井付近	0.005	0.0002	0.15	15.92	0.11	0.22	83.60	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-	-	145
戸島	tr.	0.0002	1.36	60.99	0.84	0.21	36.60	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-	-	73

分析者 大堀信雄



第10図 ガスの分析値をプロットした三角ダイヤグラム



第11図 ガス中の N_2 と Ar の関係
A: 空気中と同じ N_2/Ar
B: 大気と平衡にある純水中の溶存ガスと同じ N_2/Ar

5.3 ガス中の微量成分

5.3.1 N_2 -Ar 及び N_2 -He の関係

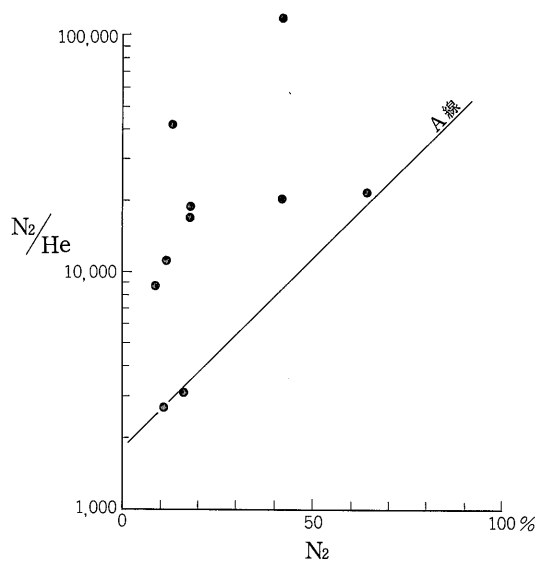
本地域の天然ガスは大きく2種類に分けられ、量的に本地域を代表する坑口ガス及び、坑口付近のH-7のガス試料にみられるように、空気の N_2/Ar 値84より高い濃度比 (N_2/Ar 値94-145) を示すものと、その他の多くのガス試料のように低い濃度比 (N_2/Ar 値35-74) を示すものがある (第11図)。

空気と比較して高い N_2/Ar 濃度比を示す天然ガスは、一定量の濃度比を持った Ar が地下にとじこめられ、その場所での有機物の分解により発生した N_2 及び CH_4 などの天然ガスの混合により Ar が薄められたものと思われる。このようなガスは古第三紀の炭田地域や古生代、中生代の地層に多くみられ (柴田, 1961) 古期岩層ガスの特徴とされている (本島ほか, 1962)。

つぎに N_2 と N_2/He の関係を第12図に示した。坑口ガス試料及び空気が天水に溶解する場合、それぞれ気体の水に対する溶解度と分圧によって、溶解するガス量比がきめられる。He は、 N_2 及び CH_4 に比較して溶解度が小さいことから、溶存ガス中では He の量比が小さくなる。ゆえに、坑口ガスと溶存ガスが混合すると、 N_2 と CH_4 の比が一定に保たれても坑口ガスの N_2/He は小さくなる。多くのガス試料の組成はこの結果生じたものと理解される。

5.3.2 C_2 以上の重炭化水素

C_2 以上の炭化水素ガスは坑井ガス、坑井付近のガス徴候地ガス、京ガ島のガス徴候地ガス及びH-8のガスでは検出されていないが他のガス徴候地では極微量が検



第12図 ガス中の N_2 と N_2/He の関係

出されている。本地域で検出された C_2 以上の炭化水素は、石油の成生期に相当する温度、圧力条件下で形成されたもの名残りともみなし得るが (本島, 1972)、この問題は今後さらに検討する必要がある。

6. 付随水の組成

本調査地域の天然ガスは、第三紀及び第四紀の水溶性天然ガスとは異なり、むしろ遊離の天然ガスの要素が強い。したがって、水溶性天然ガスと同様な解釈をしても余り意味がないと考えられる。とくに、分析した試料

第3表 早川町ガス付随水の分析表

試料 no.	試料採取位置	ガス 徴	m ³ /day		°C		mg/l						備考
			ガス量	水量	気温	水温	HCO ₃ ⁻	free CO ₂	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H ₂ S	
H-1	草塩字根方464望月	なし	—	22	10.8	11.5	34	13	—	13	17	—	湧水
H-2	〃 484望月	あり	0.06	—	10.3	8.8	61	15	—	14	9	1	たまり水
H-3	京ガ島字播磨沢道路下	なし	—	156	15.6	12.6	244	15	—	8	438	—	湧水
H-4	〃 松原道路上	なし	—	106	12.0	12.3	192	13	—	7	449	—	湧水
H-5	雨畑字上大島河川 敷地内	あり	0.03	—	7.0	13.0	95	5	—	23	39	—	河川中
H-6	薬袋字中島河川敷地内	あり	0.02	—	13.0	9.5	131	9	—	18	34	—	河川中
H-7	京ガ島字松原	あり	0.04	—	14.0	10.2	137	15	—	126	81	2	河川中
H-8	雨畑字馬場雨畑ダム	あり	0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	湖水中
H-9	雨畑字上大島雨畑橋下	あり	0.01	—	8.6	9.4	79	6	—	7	40	—	河川中
H-10	薬袋字古屋河川敷	あり	0.04	—	17.0	8.6	98	7	—	30	56	—	河川中
H-11	奈良田奈良湖ダム	あり	0.25	—	16.0	4.5	58	7	—	13	23	1	湖水
H-12	清岡西山温泉	なし	—	—	17.0	43.0	7	—	18	525	522	—	湧水
H-13	奈良田温泉白根荘	なし	—	23	17.0	36.9	553	—	23	1,950	0	—	ボーリング (エア リフト)
H-14	保川温泉橋本屋	なし	—	—	—	—	320	27	—	7	545	—	湧水
H-15	大原字中州大滝温泉	なし	—	—	—	4.5	238	13	—	12	241	5	湧水

備考 坑井付随水の組成

	P. H	free CO ₂	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na	K	
坑井—67m付近の水	7.82	2.2	902.8	1,121.9	0.1<	35.7	6.4	920.0	30.5	mg/l

自体が完全にガスに伴った水ではなく、第3表の備考に示すように、河川水、湖水及びたまり水ということもあって、直接ガスと水との関係をつかむことができない。しかし本地域の地下水の一般的な傾向は、第3表に示した坑井深度67m付近の水とほぼ同様な組成を示すことが多い。すなわち、ややアルカリ性の水で、HCO₃⁻が多く、Cl⁻を多少伴う Na⁺>Ca²⁺型の地下水で古期岩中の水としては熟成が進んでいない組成を示している。

7. ガス母層堆積岩の全炭素含量

本地域のガス発生機構のうち、ガス母層と考えられるものは、いわゆる四万十帯の有機質粘板岩であろう。そこで、本地域の御坂層群、瀬戸川層群から採取した岩石試料の全水素、全炭素、全窒素の定量を加熱温度をそれぞれ300°C、500°C、600°C及び900°Cの4段階で実施した。分析は、CHN-CORDER MT-2(柳本製)を使用した。はじめ最高温度を300°Cに設定し、常温から300°Cまでの各々の含量を測定した。次いで最高温度を500°Cに設定し、常温から500°Cまでの含量を測定した。以下600°C、900°Cについても同様な方法で測定した。そ

の測定結果が第4-a表である。第4-b表の300-500°Cの含量として表示された値は、第4-a表の最高温度500°Cの測定値から最高温度300°Cの測定値を差し引いた値である。500-600°C、600-900°Cについても同様な方法で算出した。ただし、Hは、試料の水分を測定し、その水分に相当するHを差し引いた値である。

本地域堆積岩中の全炭素含量は、一般に、第13図に示すように500-600°Cから急激にふえ、600-900°Cにおいては、さらに増加している。これに対して300°C以下及び300-500°Cにおける全炭素含量は総全炭素含量のわずか、20%以下と少なく、とくに300°C以下では0.5%という少ない数値が得られている。これを試料別に見ると、500-600°Cから600-900°Cにかけて急激に増加を示すものと、300-500°Cから500-600°Cにかけて増大し、600-900°Cにかけては余り変化のないもの、及び300°C以下から300-500°Cにかけて増大し、それ以上の高温では変化しないもの、温度に余り関係がないものの4つの型がある。この4つの型に各試料を区分すると、第1の型のものは、R-1、R-3、R-4、R-5、R-6及びR-15、第2の型のものはR-2、R-8、及びR-10、第3の型のものはR-7、第4

第4-a表 早川地域の堆積岩の全水素・全炭素・全窒素含量

wt. %

試料 no.	水分 %	300°C %			500°C %			600°C %			900°C %		
		H	C	N	H	C	N	H	C	N	H	C	N
R-1	0.31	0.03	0.00	0.00	0.07	0.06	0.01	0.16	0.20	0.03	0.25	0.78	0.09
-2	0.47	0.05	0.02	0.00	0.13	0.03	0.01	0.21	0.41	0.03	0.36	0.53	0.06
-3	0.40	0.06	0.02	0.00	0.16	0.04	0.01	0.31	0.20	0.03	0.45	0.52	0.11
-4	0.25	0.03	0.01	0.01	0.04	0.16	0.01	0.06	0.32	0.02	0.41	0.59	0.04
-5	0.12	0.03	0.01	0.00	0.03	0.06	0.01	0.08	0.20	0.02	0.15	0.53	0.03
-6	0.51	0.07	0.01	0.00	0.13	0.11	0.01	0.30	0.35	0.03	0.44	0.67	0.11
-7	2.84	0.23	0.03	0.00	0.23	0.20	0.02	0.36	0.25	0.05	0.36	0.25	0.06
-8	0.46	0.10	0.00	0.00	0.14	0.07	0.01	0.19	0.25	0.03	0.36	0.33	0.08
-9	0.29	0.05	0.01	0.00	0.09	0.05	0.01	0.21	0.12	0.02	0.27	0.14	0.03
-10	0.38	0.06	0.01	0.01	0.11	0.03	0.01	0.20	0.29	0.03	0.29	0.40	0.06
-11	0.33	0.07	0.00	0.00	0.11	0.07	0.01	0.24	0.12	0.04	0.37	0.19	0.09
-12	0.17	0.02	0.00	0.00	0.04	0.06	0.01	0.07	0.06	0.01	0.12	0.09	0.02
-13	0.44	0.09	0.03	0.00	0.23	0.07	0.01	0.25	0.14	0.03	0.43	0.24	0.08
-14	0.53	0.09	0.01	0.00	0.16	0.05	0.01	0.35	0.15	0.04	0.53	0.26	0.10
-15	0.44	0.06	0.02	0.00	0.15	0.03	0.01	0.23	0.21	0.03	0.40	0.43	0.07

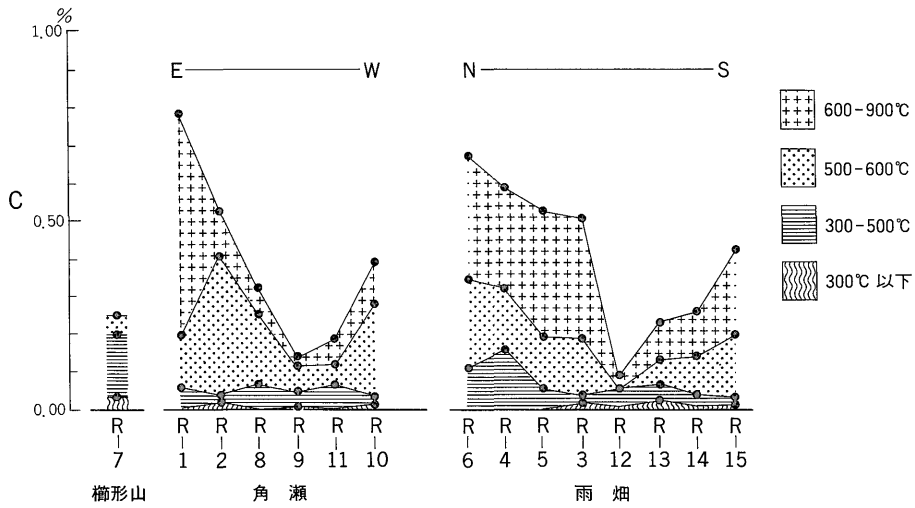
第4-b表 早川地域の堆積岩の全水素・全炭素・全窒素含量 (第4-aの表から計算によって求めた)

試料 no.	水分中 の H ₂	~300°C %			300~500°C %			500~600°C %			600~900°C %		
		H	C	N	H	C	N	H	C	N	H	C	N
R-1	0.03	0.00	0.00	0.00	0.04	0.06	0.01	0.09	0.14	0.02	0.09	0.58	0.06
-2	0.05	0.00	0.02	0.00	0.08	0.01	0.01	0.08	0.38	0.02	0.15	0.12	0.03
-3	0.04	0.02	0.02	0.00	0.10	0.02	0.01	0.15	0.16	0.02	0.14	0.32	0.08
-4	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.15	0.00	0.02	0.16	0.01	0.35	0.27	0.02
-5	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.05	0.01	0.05	0.22	0.01	0.07	0.25	0.01
-6	0.06	0.01	0.01	0.00	0.06	0.10	0.01	0.17	0.24	0.02	0.14	0.32	0.08
-7	0.23	0.08	0.03	0.00	0.00	0.17	0.02	0.13	0.05	0.02	0.00	0.00	0.01
-8	0.05	0.05	0.00	0.00	0.04	0.07	0.01	0.05	0.18	0.02	0.17	0.08	0.05
-9	0.03	0.02	0.01	0.00	0.04	0.04	0.01	0.12	0.07	0.01	0.06	0.02	0.01
-10	0.04	0.02	0.01	0.01	0.05	0.02	0.00	0.09	0.26	0.02	0.09	0.11	0.03
-11	0.04	0.03	0.00	0.00	0.04	0.07	0.01	0.13	0.05	0.03	0.13	0.07	0.05
-12	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.01	0.03	0.00	0.00	0.05	0.03	0.01
-13	0.05	0.04	0.03	0.00	0.14	0.04	0.01	0.01	0.07	0.02	0.18	0.10	0.05
-14	0.06	0.03	0.01	0.00	0.07	0.04	0.01	0.19	0.10	0.03	0.18	0.11	0.06
-15	0.05	0.01	0.02	0.00	0.09	0.01	0.01	0.08	0.18	0.02	0.17	0.22	0.04

$$\frac{H_2}{H_2O} = \frac{2}{18} = 0.1111$$

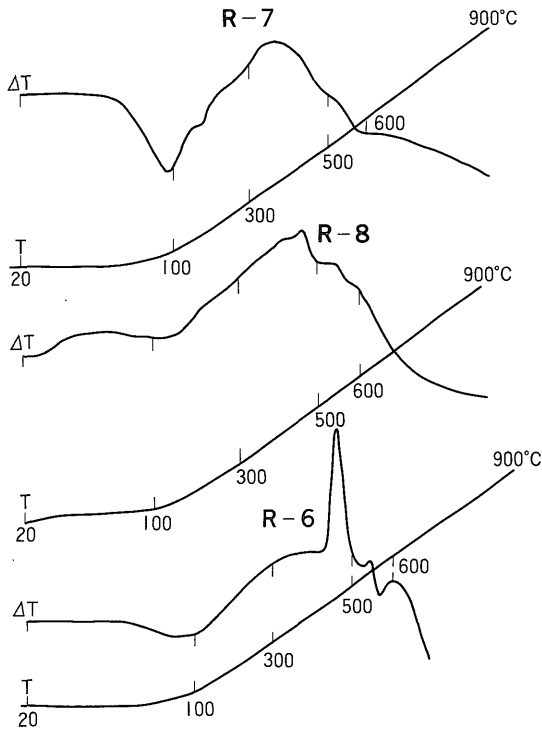
の型のものは R-12, R-13, 及び R-14 である。これらの型の代表的試料と思われる R-7, R-8 及び R-6 の試料について示差熱曲線を示したのが第14図である。R-7 の試料では、300-500°C間に頂点を持ち、300°C以下及び 500-600°Cに尾を引く発熱ピークが示されている。R-8 では R-7 と同様に300-500°C間に頂点を持つ発熱ピーク

を示すが、その頂点は500-600°Cの方に片寄っている。それに反して、R-6 では、300-500°C間に顕著な発熱ピークを持つことは前2者と同様であるが、500-600°C間にも、600-900°C間にも発熱ピークを示している。示差熱分析を行った3個の試料について地質時代を見ると、R-7 は新第三紀中新世であり、R-8, R-6 は古第三紀

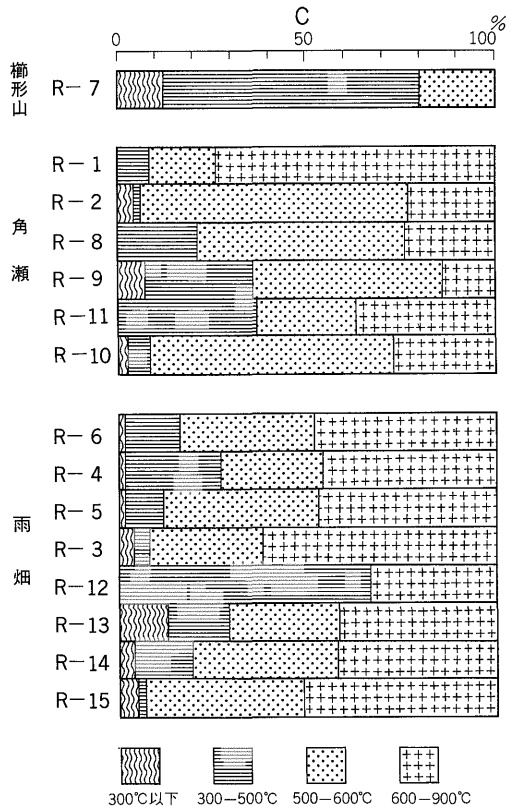


第13図 岩石中の全炭素含量

角瀬層の試料は向斜軸に交る東西方向から採取されたもので、この地層は採取場所では no. 9 が新しく、no. 1 及び no. 10 に向って古くなる。雨畑層の試料は走向に沿って、南北方向で採取された。ただし no. 13 は他の試料より西側にあたる。



第14図 早川町付近の岩石の示差熱曲線



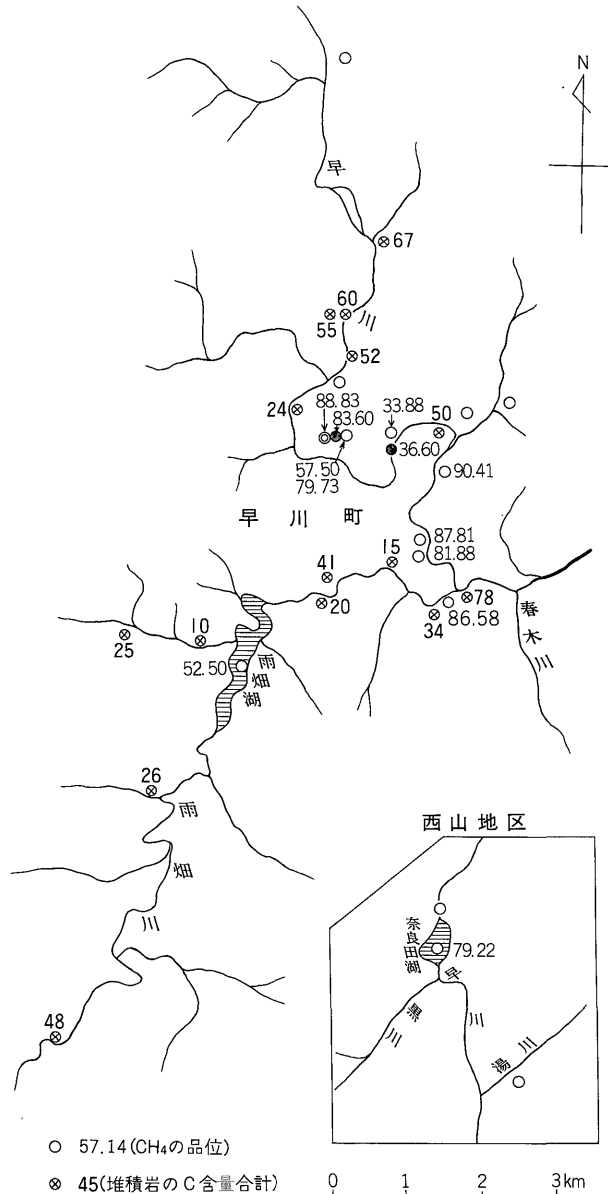
第15図 早川町付近の岩石における温度別の全炭素含有率

白亜紀で、古い地層ほどピークが高温側に移るように見える。

第15図は、各試料の総全炭素含量を100%として温度別に占める全炭素含量を%で表わしたものである。R-7では300-500°Cの全炭素が68%もあり、有機炭素量が多いことを示している。これに反して、R-8は500-600°Cで55%、600-900°Cで24%、R-6は500-600°Cで36%、600-900°Cで48%と600-900°Cの全炭素が多く無機炭素と

思われる炭素が多い。

永田ほか, (1978)によれば有機炭素は、第三紀の堆積物では、500°Cまでにはほとんど分解される。それに反して、白亜紀の堆積物は500-600°Cで分解する炭素が見られる。このことから有機物の続成作用による熟成が進むと、有機物の安定化が進み、有機炭素は高温で分解する傾向が強いがうかがわれる。本地域の試料は、前に述べたようにR-7は300-500°C、R-8、R-6は500-600



第16図 CH₄とC含量との関係

℃で分解する全炭素含量が多く見られることから、有機物の熟成との関連が大きいものと考えられる。細部については今後の研究課題であるが、R-8, R-6も熟成の進んだものと考えられる。

ガス中のメタン品位と母層と考えられる岩石中の全炭素含量との関連を示す分布図を第16図に示した。

この図でも明らかなように、ガス品位の高い早川地区の堆積岩中に相対的に全炭素の含量も高い。したがって本地域の天然ガスの発生機構と有機質の堆積岩との密接な関係がうかがわれる。

8. 結 論

早川町のガス徴候は、いわゆる四万十帯でのガス徴候地としては、本邦で最大の産ガス量を示すものである。したがって、調査方法が確立されているという事例もなく、かつ短期間の外業ということもあって、完結したということではないが、一応のまとめをしておく。

ガス徴候地付近には、いわゆる四万十帯の瀬戸川層群に属する雨畑層及び角瀬層が分布しており、層厚は2,000 m内外である。このうち有機質の泥岩部は、ほぼ70-80%と意外に多い。主な断層としては、NW-SE, N-S, NNE-SSW 及び E-W の4つの方向の断層系があり、1つの背斜と1つの向斜がある。傾斜は50°-90°と立っている。ガス徴候は、草塩一大島断層の東方に多く、かつそこではCH₄の含量も高い。ガスの組成は、CH₄ 80-90 vol.%, N₂ 10-20 vol.%のいわゆるCH₄ ≧ N₂型であり、さらにCO₂は著しく低い。また Ar 及び He もかなり高く、古い時代のガスの特徴を示している。C₂以上の重い炭化水素ガスも極く微量ながら含まれている。

岩石中の全炭素含量とCH₄との関係は、よく相関する。ガスの発生機構は、瀬戸川層群堆積後の構造運動などによる温度、圧力の増大によって、瀬戸川層群の泥岩に含まれる有機物の熟成が進み、その過程で発生した天然ガスが、断層破砕帯に貯溜されたものと考えている。

文 献

- 千谷好之助(1931) 7万5千分の1地質図幅「相良」及び説明書。地質調査所。
- 兼子 勝・藤原健一(1948) 山梨県中巨摩郡甲西町荆沢地区の天然ガス徴候地調査報告。地質調査所未発表資料。
- 本島公司・柴田 賢・米谷 宏・中井信之(1962) 古期岩層のメタンガスについて、地調月報, vol. 13, p. 733-741。
- (1972) 炭化水素鉱床地域における堆積地球化学。石油技協誌, vol. 37, p. 8-13。
- 永田松三・牧 真一・西村富子(1978) 堆積岩の有機物に関する研究—加熱温度別による C, H, N, 元素分析法—。1978年冬期研究発表会講演要旨(札幌), p. 22, 日本分析化学会北海道支部。
- 大塚彌之助(1941) 山梨県鳳凰山・地藏ヶ岳付近の地質。震研報, XIX-1, p. 115-143。
- 柴田 賢(1961) 質量分析計による本邦天然ガスの分析。地調月報, vol. 12, p. 189-195。
- 鈴木 敏(1888) 20万分の1地質図幅「甲府」ならびに説明書。地質調査所。
- 田中元之進(1930) 甲府盆地西方山地(巨摩山脈)の地形に就いて。小川博士還暦記念地学論叢, p. 549-570。
- 山梨県地質図編纂委員会(1970) 10万分の1「山梨」地質図及び説明書。山梨県。
- 矢崎清貫・大場信雄(1978) 四万十帯に発見された天然ガス徴候。地質, ニュース no.284, p.25-29。

(受付: 1980年4月4日; 受理: 1980年11月4日)