

カトマンズ盆地の天然ガス(その2 ガス鉱床)

名 取 博 夫 (燃 料 部)
Hiro'o NATORI

本 島 公 司・永 田 松 三 (技 術 部)
Koji MOTOJIMA Shozo NAGATA

滝 沢 文 教 (地 質 部)
Fuminori TAKIZAWA

ガ ス 鉱 床

カトマンズ市およびその近郊の水井戸には ガス徴の検出されるものが多い。この地区の井戸は 地表付近の宙水を対象とする浅井戸(写真14)と 細粒の湖成堆積物(層相Ⅲ)の下位に伏在する粗粒の河川堆積物(層相Ⅰ)中の地層水を対象とする 200m以上の深井戸との 2種類に大別できる。ガス徴はどちらにも見られるが 深井戸のものほど著しい。今回の調査では 18本の井戸を調べたが(図15) その全てにメタンが検出された。ガス質 産状などの点から カトマンズ盆地のガスの多くは 若い陸水堆積物中の地層水に溶存する水溶性天然ガスであることが明らかになった。

構造性ガスやポケットガスについては 堆積盆地の規模 層相の変化の激しさ等からみて 実用規模の鉱床の存在する可能性はほとんどないと考えられる。

カトマンズ市南部において 深度約 200mの水溶性ガス貯留層に逢着したボーリングの多くは ガスを伴った泥水を猛噴するが 急速に減衰し 1両日中に安定した自噴に移行する。正確な観測記録はないが 内径 1.5インチの側管をもつ人力ボーリング井の場合で 水量 200kl/d ガス量 100m³/d 程度に減衰してから 安定する模様である。開坑時に猛噴するのは貯留層中に遊離ガスが存在することを示しており 貯留層の上位にある湖成の泥質堆積物が帽子岩の役目をして 水溶性ガス層上部に遊離ガスを貯留しているものであろう。

開坑時に最も強く自噴した井戸の1つは パタン市北西約 2km のコプドール (Kopudol) に掘削された地下水井(図15 NPC-08-1)である。この井戸は 人力ボーリングにより 1974年に掘削されたものであるが 掘削深度が 185mに達したところで 大量の泥水とガスを吹き上げコントロール不可能となった。土砂等の投入による密閉工事も効果なく 周辺の農地や民家に泥水による大きな被害を与えた。猛噴は数日後におさまったが 坑壁が侵食されて直径数mの池(写真15) が出現した。自噴はその後も継続し 1979年5月現在 日産数10キロリットルの水と 数10立方メートルのガスの自噴が目撃された。重力探査の結果(図6・7 MORIBAYASHI and MARUO, 1980)によると この井戸は第四紀堆積物に覆われた基盤岩の潜丘の北麓部に位置していることがわかる。したがって この付近には 小規模の層位トラップが存在し 遊離ガスの共存する異常高圧の水溶性ガス層が形成されていたものと考えられる。

カトマンズ市内においては 200m 以深の水溶性ガス鉱床とは別に 浅層にもガス徴がみられる。例えば 図15上の NPC-14号井は 1979年1月に 1.5インチの人力ボーリングにより掘削された水井戸であるが 深度 17mでガス層に逢着した。ガスは金属音を伴って数分間噴出し 砂を10m以上噴き上げたが 水は付随していなかった模様である。この井戸は沼沢性堆積物あるいは湖成堆積物中の小規模のレンズ状砂層中のガスポケットに逢着したものと推定される。

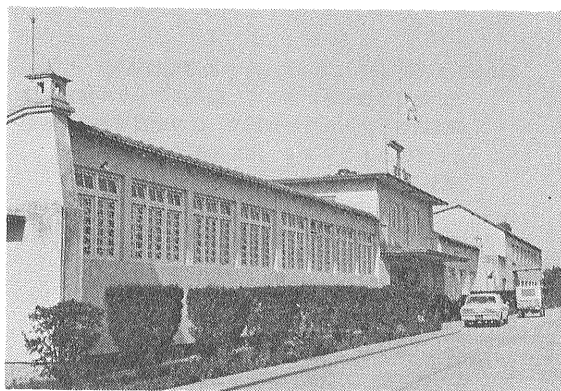


写真13 調査の根拠地としたネパール商工省 鉱山地質局の本館

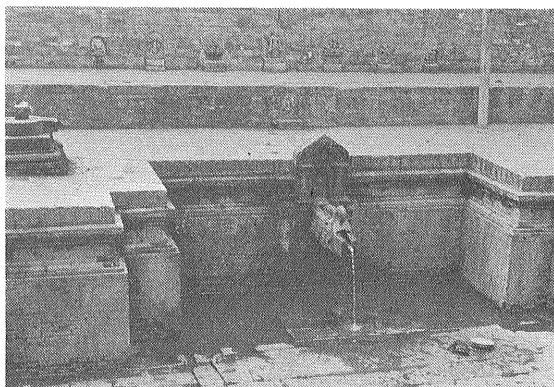


写真14 鉱場としても重要な自噴泉 盆地東部 バクタプールのにて

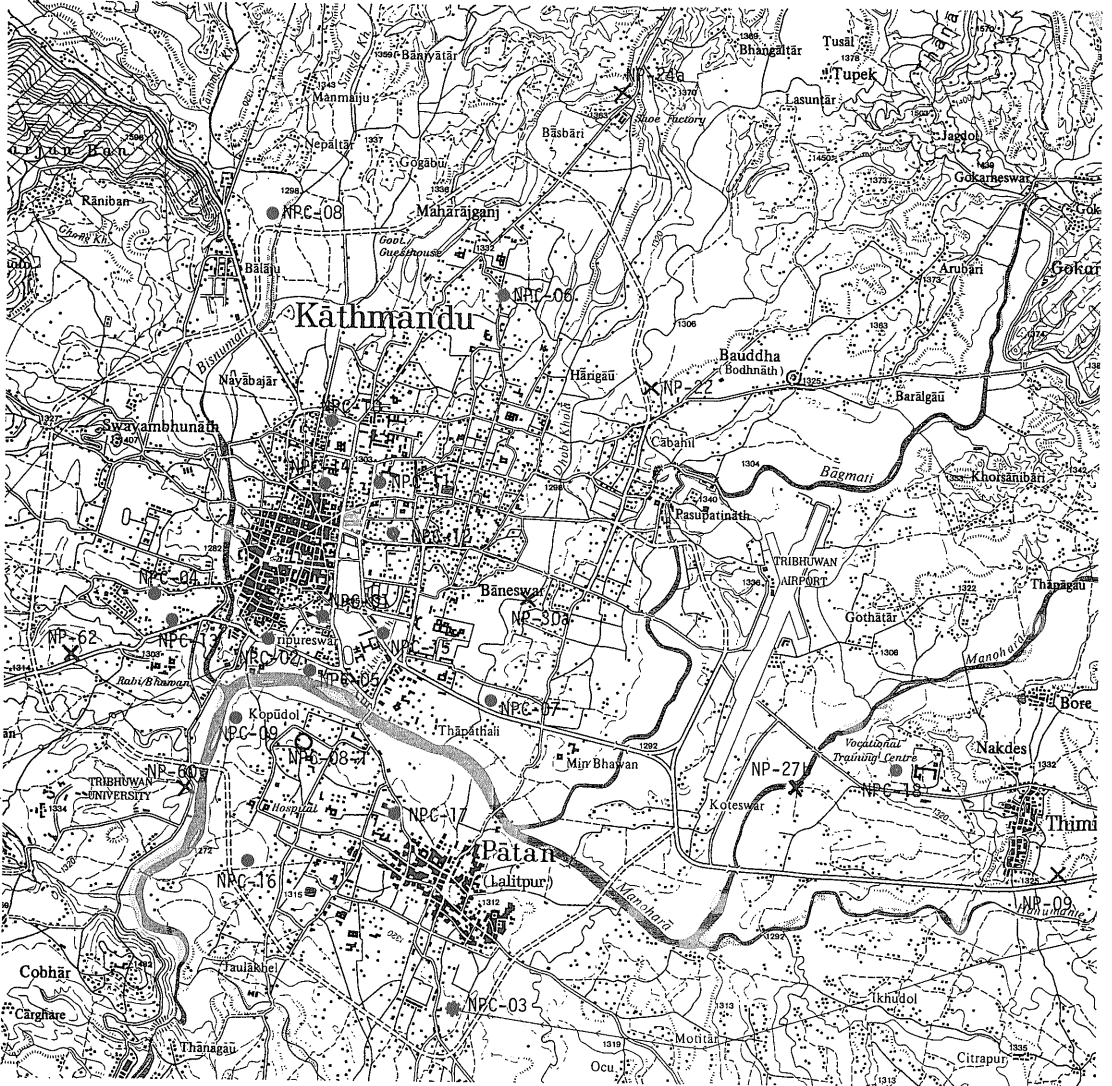


図15 位置図
 黒丸：調査坑井 白丸：参考井 ×印：有機物分析用堆積物試料採取地点

水溶性天然ガス鉱床の成立条件 可燃性の水溶性天然ガスは 地下水中に溶存するメタンを主成分とするガスであり 鉱床として成立するためには ガス発生源となり得る有機物に富んだ母層と 孔隙率および透透率の高い粗粒堆積物からなる貯留層(帯水層) とが存在し かつ貯留層が適当な深度に伏在することが必要である。一定量の水中に溶存し得るガス量は 圧力に比例して増加するので 一般に鉱床の深度が大きいほど ガス水比も大きくなり ガスの生産性が高くなる。しかし 開発コストとの関連で 深過ぎては鉱床としての価値は低下する。

水溶性ガス鉱床の成立には 特殊な地質構造の存在する必要はないが ガスの溶存する地下水の流失を防げる盆状構造ないし地下水の閉鎖系を形成するような地質構造が必要である。 地層中の有機物や 下位層からのガ

スの供給が現在も進捗しつつあり 流失分が絶えず補わ

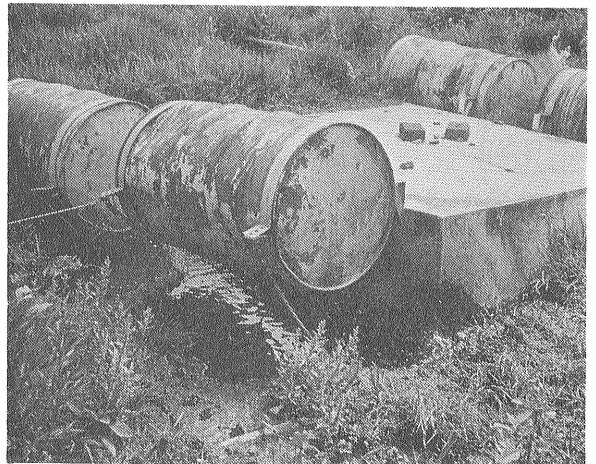


写真15 ガスと水の猛噴により 人力ボーリング井の坑壁が侵食されて出現した池 鉄箱を浮かべ ガスを採取している パタン市北西 コブドールにて

表4 測定値および分析値一覧表

f:自噴 P:ポンプアップ

坑井番号	位置	坑井深度 (m)	滞水層の計算深度 (m)	ガス量 (m ³ /d)	水量 (kl/d)	ガス水比	水温 (°C)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	遊離CO ₂ (mg/l)	溶存O ₂ (ml/l)	遊離ガス							
											He (%)	H ₂ (%)	O ₂ (%)	N ₂ (%)	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S (ppm)	C ₂ H ₆ (%)
NPC-01	Nagasthan	230	190	42	70	1:1.7	26.5 f	732	165(84)	0.00	0.006	0.004	0.23	2.26	74.19	23.30	20	0.003
02	Kathmandu Mo. Co.	236	180	61	137	1:2.2	26.2 f	708	132(67)	0.01	0.000	0.000	0.27	2.87	76.96	19.90	13	0.003
03	Patan Nat. Ind. Est.	302	200	tr	0						0.000 (0)	0.000 (0)	9.67 (0.27)	37.34 (0.27)	49.27 (92.73)	3.72 (7.00)		0.000 (0)
04	East of Soalte Hot.	319	190	20±	100±	1:4.1	26.4 f	683	110(56)	0.00	0.000	0.000	0.18	2.85	75.63	21.34	12	0.003
05	Tripureshwar	213	180	67	119	1:1.8	26.2 f	780	154(78)	0.10	0.002	0.000	0.17	2.64	74.48	22.72	8	0.003
06	USSR Embassy	37.5	40			1:20	21.5 P	293	102(52)	0.03	0.000	0.001	0.14	1.73	81.02	17.11	7	0.000
07	Thapathali	213	175	44	157	1:3.6	25.9 f	768	154(78)	0.16	0.000	0.000	0.21	2.51	76.09	12.19	11	0.002
08	N of Ring Road	—	100	20	471	1:25	23.5 f	146	20(10)	0.00	0.001 (0.002)	0.001 (0.002)	11.14 (0)	56.81 (28.38)	28.61 (63.00)	3.94 (8.68)	1	0.000 (0)
09	Kupandol	216	190	55	162	1:3.9	26.3 f	647	60(31)	0.00	0.000	0.040	0.21	5.07	78.80	15.88	0	0.003
10	Malla Hotel	278	200			1:3.2	25.8 P	427	92(47)	0.10	0.000	0.000	0.23	6.10	76.26	17.40	10	0.000
11	Yak & Yete Hotel	229	180	8±	150	1:20	25.9 f	280	65(33)	0.00	0.000	0.000	0.20	6.29	82.03	11.48	0	0.000
12	Leo Hotel	—	115	1.7	4.3	1:2.6	23.9 f	464	140(71)	0.00	0.000	0.000	0.73	6.84	74.87	17.57	10	0.002
13	Bank in Kalimati	259	110	3.9	6.2	1:1.6	23.8 f	760	106(54)	0.19	0.000	0.000	0.16	3.67	78.48	17.69	tr (<1)	0.003
14	Jyatha Tole	17	20	0.4	200	1:500	20.7 P	61	57(29)	0.00	0.000 (0)	0.000 (0)	2.10 (14.13)	20.65 (75.93)	68.30 (9.94)	8.94 (9.94)	2	0.000 (0)
15	RSS Office	—	200	70	161	1:2.3	26.6 f	708	141(72)		0.012	0.002	0.51	4.39	73.78	21.30	6	0.002
16	Patan, Whisky Fac.	160	150	27	1500	1:56	25.0 P	330	66(34)	0.00	0.001	0.000	0.18	17.00	75.24	7.13	6	0.000
17	Patan, University	220	120			1:38	24.1 P	488	88(45)	0.00	0.000	0.000	0.17	8.23	77.66	13.94	12	0.000
18	Minor Thimi	122	90	1.4	200	1:140	23.0 P	159	11(5.6)	0.32	0.002 (0.004)	0.000 (0)	12.18 (38.84)	62.24 (59.89)	25.07 (1.22)	0.51	3	0.000 (0)

れるならば 閉鎖度にかかわらず鉱床が成立する。

ガス水比 産出するガスと水の 坑口における体積比をガス水比といい 水溶性ガス鉱床のポテンシャルを示す最も重要な指標とされる。調査した18井のうちで

はカトマンズ市街地南部の深井戸に 1:2前後の高いガス水比が観測された(表4および図16)。このガスおよび水は 地表下 200m以深の層相 I (河川堆積物)の粗粒堆積物中から産出している。ガス水比から計算された貯留層中のメタンの飽和度は ほぼ 100%に達しておりこの地区にポテンシャルティ 100%の優良な水溶性ガス鉱床の形成されていることを示す(図16)。飽和度が 100%に達する区域の面積は 内輪に見積って 4km²である。

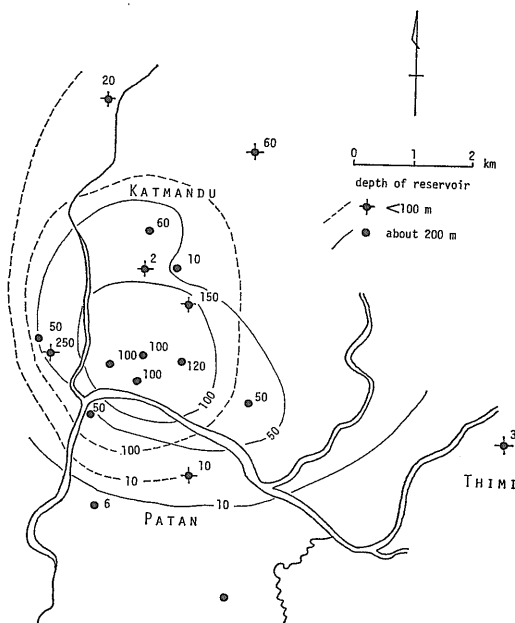


図16 計算ガス水比に対する産出ガス水比 (Ra/Rt×100)
Ra: 産出ガス水比 Rt: メタンの飽和ガス水比

産出ガス量 前述のように カトマンズ市街地南部の深井戸は 開口時に猛噴するものの急速に減衰し 1両日中には安定した自噴に移行する。掘削後1年内外の 1.5 インチ側管仕上げの人力ボーリング井の場合 日産 50~70 m³ のガスと 100~160 kl の水を自噴している。カトマンズ市内で測定した動力揚水井も含む10井の合計日産ガス量は約500m³である。

カトマンズ市南部地区のガスを伴う自噴井の多くは 掘削後数年以内に自噴を停止するといわれる。自噴停止後もガスの産出は続くが その量はわずかなものである。自噴の停止については 滞水層内の圧力の減衰の他に 坑内への砂の堆積 孔明管の目づまり 側管や孔壁の崩壊等に原因のあることが予想されるが この地区の場合は 孔明管の目づまりや砂の堆積のような坑内ト

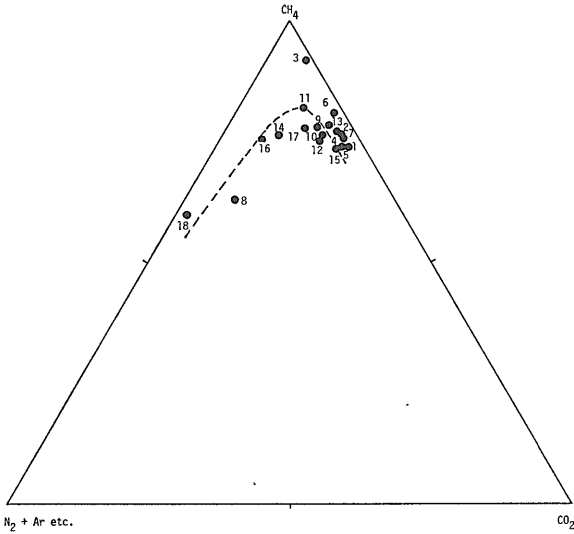


図17 遊離ガスの分析値をプロットした三角ダイアグラム

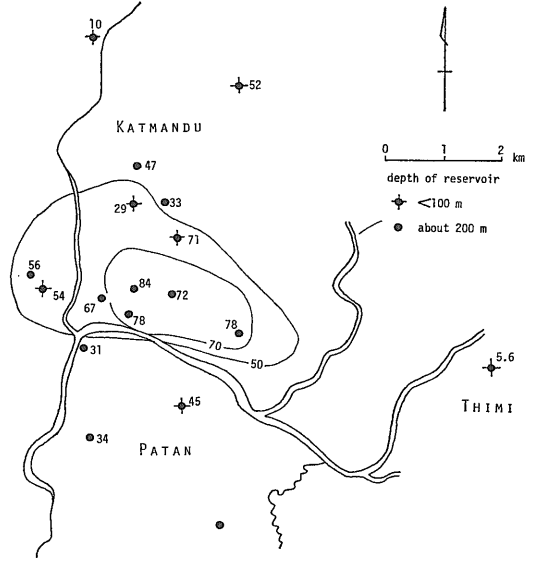


図18 遊離ガス中の二酸化炭素 (CO₂) の含有率 (ml/l)

ラブルによるところが大きいものと考えられる。深井戸の多くは 内径 1.5 インチの鉄管仕上げの人力ボーリング井と 6~8 インチ鋼管仕上げのスピンドルボーリング (写真16) 井であるが 減衰後に改修工事の行われた様子がほとんどない。人力ボーリングについては側管径が小さいため改修工事は困難であるが 大口径の井戸については改修工事を試みる必要がある。

ガス質 カトマンズ盆地の地下水開発井の坑口から採集された遊離ガスは おおむね次のような組成を示す。

メタン	(CH ₄)	75~80	vol. %
二酸化炭素	(CO ₂)	14~23	"
窒素	(N ₂)	1.5~6	"
酸素	(O ₂)	0.15~0.30	"
水素	(H ₂)	0.000~0.040	"
エタン	(C ₂ H ₆)	0.000~0.003	"
ヘリウム	(He)	0.000~0.012	"
硫化水素	(H ₂ S)	0~20	ppm

これらの値は 日本の平均的な可燃性水溶性天然ガスのものと比べ 二酸化炭素の値が相対的に高く 窒素の値が低いことを特徴としている。メタンの値は ほぼ平均に近いとみなされよう。メタンの含有率は 鉱床のポテンシャルをよく反映し ガス水比に対応して変動する傾向が認められる。

図17は カトマンズ盆地の18本の坑口遊離ガスの分析値 (表4) をプロットした CH₄ CO₂ および N₂ その他の成分を頂点とする三角ダイアグラムである。

ダイアグラム上に表われた顕著な特徴は CH₄-CO₂ 領域から CH₄-N₂ 領域への集中である。CH₄-CO₂ 型はカトマンズ市街地南部のガスポテンシャルの高い地区を代表し CH₄-N₂ 型はポテンシャルの低い周辺地区のものである。

二酸化炭素の高い含有率 (図18) は 若い堆積物から発生するガスに共通の特徴であり 有機物がガス発生の活力を保っているか あるいは現世に近い地質時代まで活性を保っていたことを示す。

硫化水素の含有率も ガスのポテンシャルとよく対応する関係が認められる (図19および16) ことから 硫化水素も有機物に由来するものと考えられる。

酸素は サンプルング 運搬 貯蔵 化学分析などの

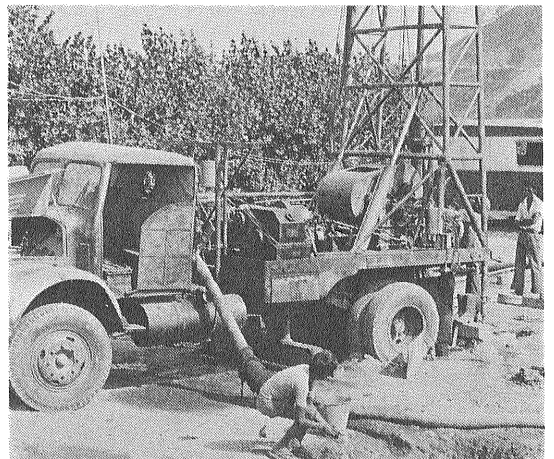


写真16 カトマンズ市唯一の機械掘り掘削会社 (Nepal International Drilling Co.) の所有する掘削機 Hole Master 1500.

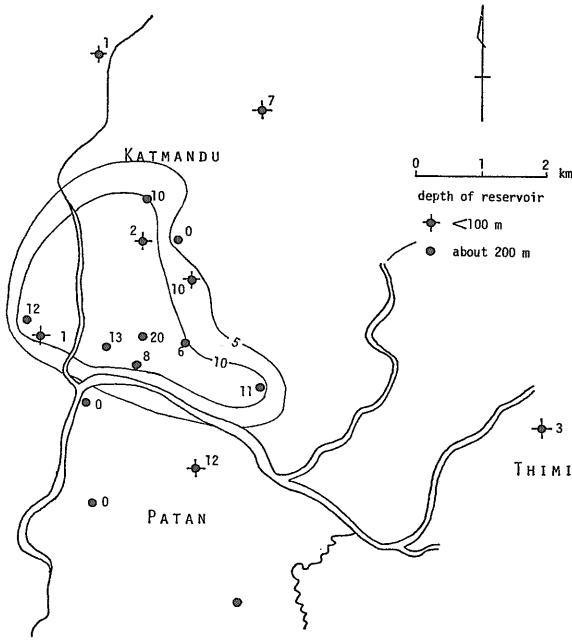


図19 坑口における遊離ガス中の硫化水素(H_2S)の含有率(ppm)

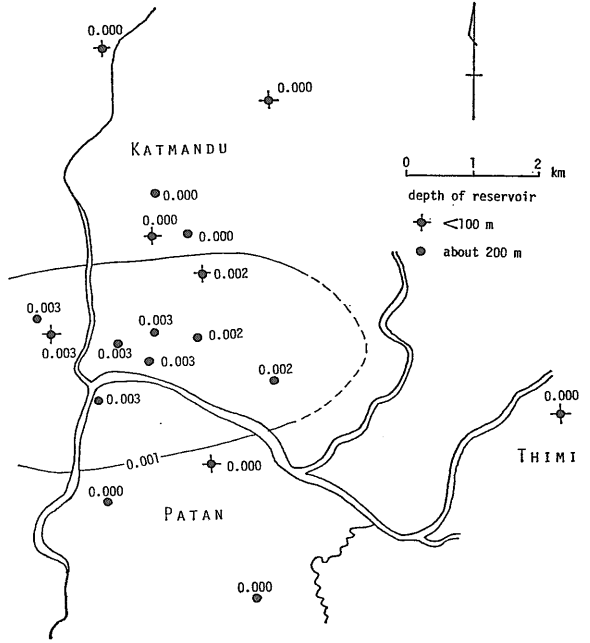


図20 遊離ガス中のエタン(C_2H_6)の含有率(%)

過程で混入した空気存在を示すものであろう。

水素は新しく掘削された井戸から検出される傾向があり、鉄製の側管と地下水との間の反応によって生成したものであろう。

若い堆積物から産出する水溶性ガス中のエタン(C_2H_6)はしばしば炭化水素に対する熟成の進んだ下位層や基盤からもたらされる例が多いが、カトマンズ盆地においては井戸の深度に無関係に検出されることからメタンと共に第四紀の堆積物に由来するものと考えられる(図20)。

ヘリウムは深度200m以上の6井から検出されており、浅井戸からは検出されない。これらのヘリウムは基盤に貫入した花崗岩類等に含まれるウラン(^{235}U)およびトリウム(^{232}Th)の壊変に伴って生成され、地質時代

を通じて岩石中に蓄積されていたものが断層破碎帯等を通路として上昇し、第四紀堆積物中の地層水に溶け込んだものであろう。基盤から由来したことは浅井戸に検出されないことによってもうらづけられる。

メタンを体積比にして75~80%含むカトマンズ盆地のガスは、 $6,500\sim 7,000\text{ kcal/Nm}^3$ の発熱量を有し、燃料ガスとして適している。メタンは燃焼効率が高く、人体に有害な一酸化炭素(CO)などの発生も少ない。また比重が小さいので、空気中において拡散しやすくLPGのような爆発事故も少ない。したがって家庭燃料としては理想的なガスであるといえよう。しかしガスポテンシャルの高い地区のガスに含まれる硫化水素は人体に有害なばかりでなく、ガス管や燃焼器具をも侵すので、都市ガスとして使用する場合には取り除く(脱硫する)必要がある。硫化水素は、褐鉄鉱との接触や過マンガン酸カリウム(KMnO_4)の水溶液による洗浄によって容易にかつ低コストで取り除くことができる(福田・永田 1974)。

付随水 カトマンズ盆地のガス付随水は、淡い褐緑色を呈し、炭酸による軽い酸味をもつ。わずかに水酸化鉄の沈澱が見られ、金気や硫化水素臭を感じさせるものもある。鉄イオンの多いものは、空気に触れると酸化して褐色に変色する。一般にガス水比が高いほど溶解物が多くなり、灌漑用には適するが、飲用には適さな



写真17 ガスの室内分析に使用した鉱山地質局の分析室

くなる。

図21は17点の付随水の分析値をプロットした水質キーマイアグラムである。このダイアグラムは2つの陰イオン軸 ($\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ および HCO_3^-) と2つの陽イオン軸 ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ および $\text{Na}^+ + \text{K}^+$) とによって構成される。カトマンズ盆地の付随水は 左上の菱形ダイアグラム中の重炭酸カルシウム [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$] 型の領域に 全てプロットされる。その領域を取り出して拡大したのが下のダイアグラムである。

この図に見られるように HCO_3^- (重炭酸イオン) の高い比率を反映して 17点中の16点までが $\text{HCO}_3^- > 95\%$ の領域に集中する。No. 14 が離れた位置にあるのは Cl^- (塩素イオン) の高い比率による。さらに これらの水質は 陽イオンの相互の比率を反映して線状に配列し A~F の5つのグループに分けることができる。Aグループはアルカリ成分 ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) の比が最も高い、Cグループはアルカリが低く アルカリ土成分 ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) が最も高い。

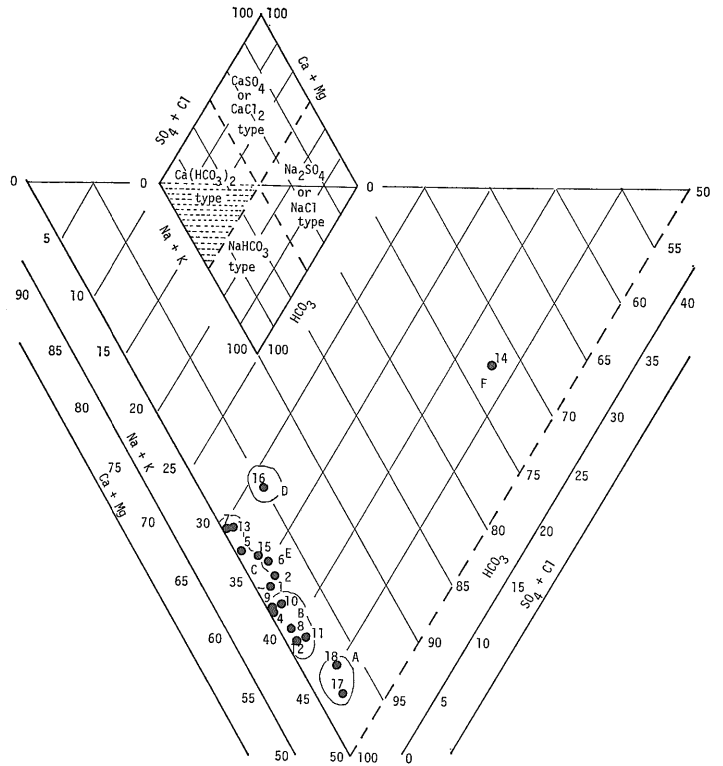


図21 ガス付随水の水質キーマイアグラム 大きな三角ダイアグラムは 左上の菱形ダイアグラムの重炭酸カルシウム [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$] 型領域の下半部を拡大したもの

一般にアルカリ成分の比率は 天水の侵入による初期の段階の地下水中に高く アルカリ土類の比率はその後の地下水の移動に伴ってじょじょに増加する。したがってCグループの水は 天水に対して閉鎖系を形成し 最も長く地層中に滞留していたものと考えられる。この水質上の特徴は 天然ガスの分布のパターンともよく一致するので 水質の地化学的調査はこの地方の水溶性天然ガス鉱床の有力な探査手段として適用できる。

重炭酸イオン (HCO_3^-) の濃度は 単独でも 水溶性ガス鉱床の有力なインディケーターとなる。図22は付随水中の重炭酸イオン濃度の分布を示したものである。700mg/l の等濃度線で囲まれたカトマンズ市街地南部の高濃度区域が図16に示されるガスのポテンシャルの高い区域とよく一致していることが分かる。

重炭酸の生成は天然ガスの発生と密接な関係にある。有機物が分解すると CH_4 N_2 CO_2 H_2O などに分かれるが発生した CO_2 の1部は 地下水に溶けて重炭酸 (HCO_3^-) に変化する。したがって 地下水中の重炭酸は 天然ガス探査の重要なインディケーターの1つになるのである。

このような地下水中の溶存成分を通じて ガス鉱床を探査する地化学的方法は ガス水比の測定により 直接

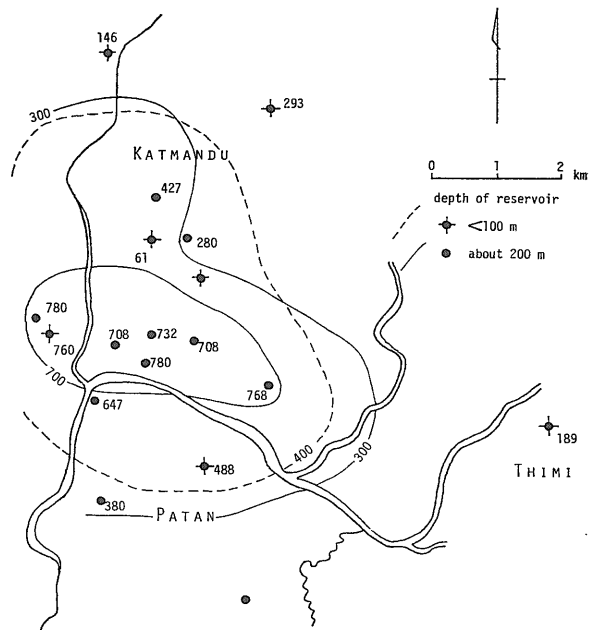


図22 ガス付随水中の重炭酸イオン (HCO_3^-) の含有率(mg/l)。

表5 第四紀炭素質細粒堆積物および基盤岩(頁岩)の有機物分析値

分析: 永田松三・西村富子

採集地 番号	地質時代	Ext. (%)	液体クロマトグラフ				HyR (ppm)	Co (%)	Ch/Co
			P+Cp(%)	Ar(%)	O-N-S(%)	Res(%)			
NP-22	第四紀	0.2804	1.46	5.32	14.42	78.80	190.1	4.70	0.00348
NP-24a	"	0.1790	1.79	4.58	18.42	75.21	114.0	4.74	0.00207
NP-27b	"	0.1408	2.10	5.18	20.99	71.73	102.5	2.59	0.00340
NP-30a	"	0.0868	0.71	7.36	27.86	64.07	70.0	2.04	0.00295
NP-62	"	0.1319	0.43	6.33	14.96	78.28	89.2	4.18	0.00184
NP-60	古生代	0.0026	0.90	0.00	12.06	87.04	0.23	0.03	0.0007
NP-69	第四紀	0.0392	23.28	14.27	20.99	41.46	147.2	0.73	0.0173

Ext.……ピチーメン量(有機溶媒により抽出された全有機物量)
 P+Cp……パラフィン+シクロパラフィン
 Ar……芳香族炭化水素
 O-N-S……酸素 窒素 いろいろ化合物

Res……残渣
 HyR……炭化水素量(P+Cp+Ar)
 Co……有機炭素
 Ch/Co……石油化度(ChはHyR中に含まれる炭素量 すなわち $Ch=0.86 \times HyR$)

ガス鉱床のポテンシャルを判定することの困難な地域や測点に対する有力な探査手段となる。

カトマンズ盆地においては 上述の溶存物質の他にもアンモニウムイオン(NH₄⁺)やホウ酸(HBO₂)などの濃度が ガス鉱床のポテンシャルを示す有力なインディケータになることが明らかになった。

ガス母層 図23は カトマンズ盆地の第四紀堆積物中から採集した6点の有機物に富む泥質堆積物と 基盤のビンフェディ層群から採取した頁岩1点の分析結果(表5)を 工藤ほか4名(1976)による石油根源岩評価チャートにプロットしたものである。また 図24は ピチューメンを炭化水素 O-N-S化合物 およびアルミナ柱の残渣の3つに分けて示した三角ダイアグラムである。これらの図から 69番のサンプル(層相IIIの細砂層中の夾み)は 炭化水素の含有率が高く 有機物の熟成も進んでおり 低度に石油を発生する能力と充分なガスを発生する能力とを備えていることが分かる。残り5点の泥

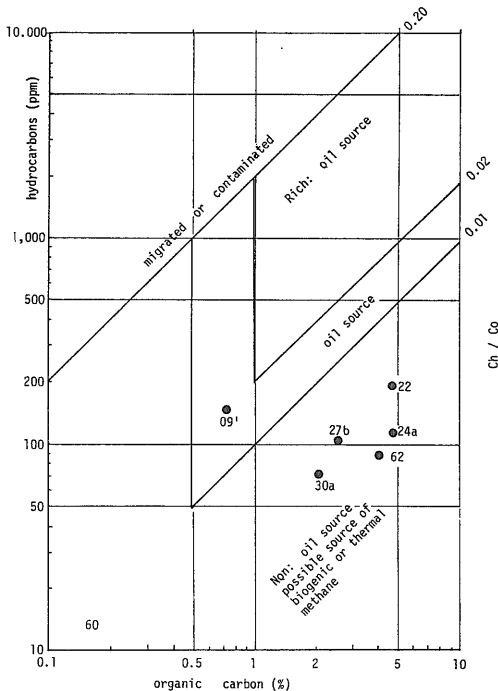


図23 有機物分析結果に基づく根源岩評価チャート
 No. 60 は基盤岩(頁岩) 他は 全て第四紀の炭素質細粒堆積物

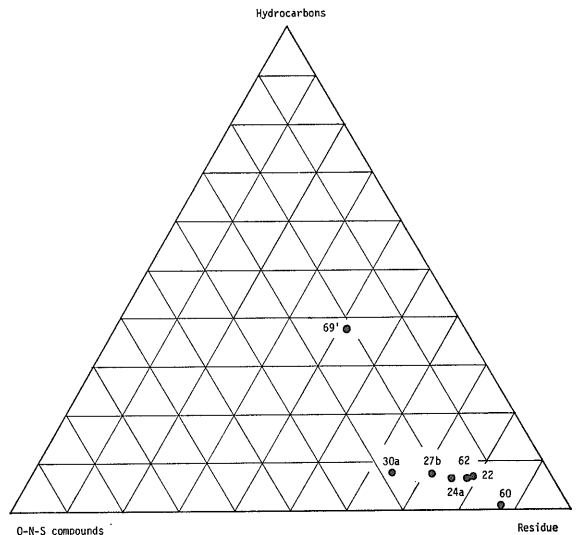


図24 ピチューメンの比率を示す三角ダイアグラム
 No. 60 は基盤岩(頁岩) 他は 全て第四紀の炭素質細粒堆積物

質サンプル (24a と 30a は層相Ⅰ, 22 と 27b は層相Ⅱ, 62 は層相Ⅲ) は アルミナ柱の残渣に富み 熟成度が低く 重炭化水素を発生する能力はないが メタンを発生する能力は十分に備えていることが明らかである。 基盤から採取した頁岩 (No. 60) は 石油 ガス共に発生する能力を欠如している。

このように ガスの発生能力を十分に備えた堆積物は 層相Ⅰ (河川堆積物) 層相Ⅱ (湖成デルタ堆積物) 層相Ⅲ (湖成堆積物) のどのタイプの堆積物の中にもあるが 水溶性ガス鉱床との関連では 層相Ⅰの中のもの最も重要である。

カトマンズ市街地南部の地表下 200m以深のガス鉱床は 層相Ⅰの中の有機物に富んだ堆積物から発生したメタンが 同相の砂礫層の中の地下水中に静水圧に対応して溶存し 成立しているものと考えられる。

飽和ガス埋蔵量 カトマンズ市街地南部の 200m以深の貯留層から産出する水溶性ガスは ガス水比 ガス質 水質 産状の間にきわめて良好な地球化学的調和が保たれているので 次のような条件を設けることによって 飽和ガス埋蔵量を計算することができる。

- ポテンシャルが100%を越える区域の面積…4km²
- 貯留層の平均層厚…60m
- 貯留層の孔隙率…35%
- 平均ガス水比(G/W)…1:2 (=0.5)

したがって

$$\text{計算飽和ガス埋蔵量} = 4,000,000 \times 60 \times 0.35 \times 0.5 \\ = 4.2 \times 10^7 (\text{m}^3)$$



写真18 ホテルの調理用ガスを採集するセパレーター (NPC-10) カトマンズ市中央部 マラホテルにて

この計算飽和ガス埋蔵量は 長野県諏訪湖ガス田の湖岸地区の水溶性ガス鉱床規模にほぼ匹敵する。 諏訪湖南岸のガス田においては 深度100~200mの鉱床から およそ100年間にわたって生産が続けられ 日産1,000m³内外のガスが採取されている。

ガスの利用状況 調査した坑井の中の数坑においては 小型ガスタンク (写真18) が設けられて ガスが採集され 炊事用などの燃料ガスとして使用されている。 1井当たりの利用率は低く 1~数個のガスコンロに供給されているにすぎない。 タンクとコンロの間はパイプで直結されており 防爆用のプリベンターが欠如するなど 保安上の配慮が不足している。

1井のガス自噴量を 50m³/d メタン含有率を75% 気圧を 0.85atm とすると 1井当たりのメタン自噴量は約32m³/d となる。 日本における標準家庭の1日の都市ガス使用量は メタン換算で約1m³であるから 32m³のメタンは32戸分の使用量に相当する。 カトマンズの標準家庭においては 暖房 風呂 給湯などに 日本ほどガスを使うことは考えられないので 日本の家庭32戸分のガスは その何倍かの家庭の需要をまかない得ることになる。

ガスの価格 カトマンズ市においては 燃料として薪炭 燈油の他に LPG も使用されている。 したがって これ等の燃料の単位熱量の価格を比較することによって カトマンズ市において販売し得る天然ガスの価格を計算することができる。

表6はカトマンズ市における各種燃料の単価と 10,000 Kcal 当たりの価格を示している。 表中におけるメタンの価格は 同量の熱量を発生するメタンの価格

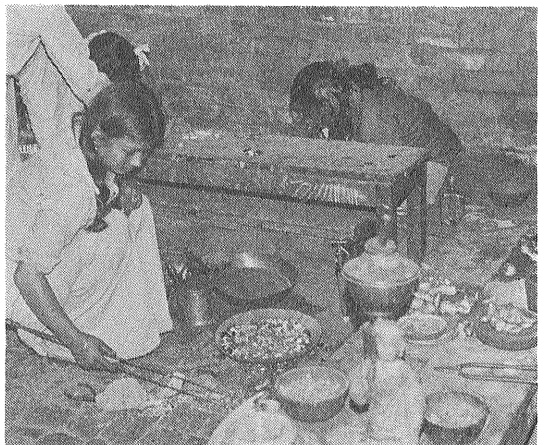


写真19 パタン市の国営工業団地における鋳物工房 木炭火力によりみやげ用の仏像を作っている

が LPG と等しいという条件に立って求めた計算値である。

カトマンズ盆地の天然ガスのメタンの含有率を75% カトマンズ市の標高1,300mの気圧を0.85atmとすると 同市において販売し得る天然ガスの最低価格は 1979年6月現在で次の通りである。

$$Rs\ 3.82 \times 0.75 \times 0.85 = Rs\ 2.44/m^3 (=44.7\ 円/m^3)$$

ここで最低価格としたのは メタンを主成分とするガスは LPGよりも熱効率 便利さ 安全性などの点で優れているからである。

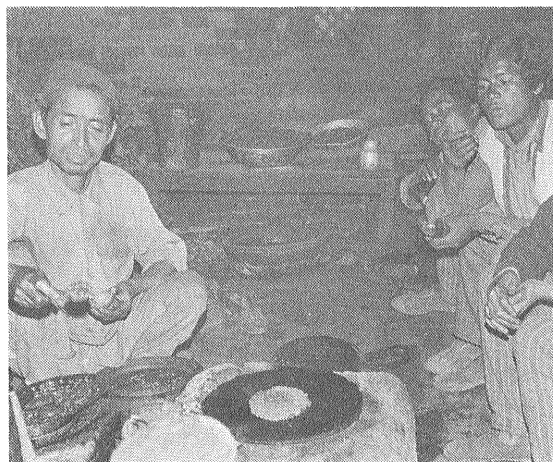


写真20 燃えるものなら何でも焚く パクタプールのお好み焼き屋

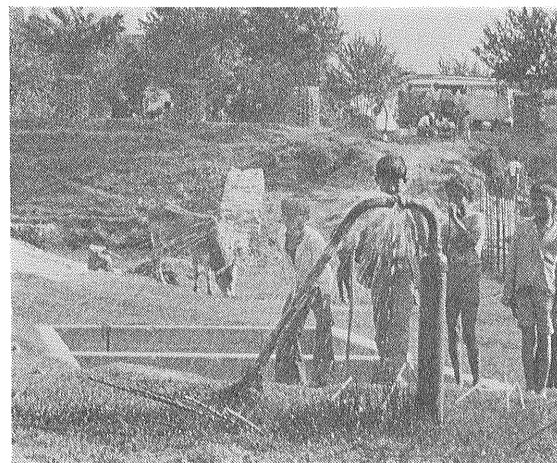


写真21 ガスと水を勢いよく自噴する人力ボーリング井 (NPC-07)

表6 カトマンズ市における各種燃料の単価および10,000Kcal当りの価格の比較表

	発 熱 量	単 価	Rs/10,000Kcal
メ タ ン	9,000 Kcal/m ³	Rs 3.82/m ³	Rs 4.24
プロパン(LPG)	23,560 Kcal/m ³ 2 kg/m ³	Rs 5.00/kg	Rs 4.24
燈 油	10.5 Kcal/g 9,400 Kcal/l	Rs 3.00/l	Rs 3.19
電 力	860 Kcal/KWH	Rs 0.40/KWH	Rs 4.65
木 材	5,000 Kcal/kg	Rs 0.30/kg	Rs 0.60

Rs 1.00=18.6 円

人カボーリング

カトマンズ盆地においては 人力による独特の方法により地下水井(写真21) が盛んに掘削されており 低コストの適合技術として注目に価する。 現地滞在中には 残念ながら 掘削中の現場を見学する機会には恵まれなかったが原理はおよそ次のようなものであるといわれる。

下端を竹ヤリ状に切断した口径 1.5インチの鉄管を掘り管とし 掘り管上部に別の鉄管を直角に縛り付けハンドルとする。 地表には3本の丸太でヤグラを組み 横棒を取り付け ハンドルを乗せて支点とする。

掘削に当っては 人力でハンドルを上下にあおり 掘進に伴って ハンドルを操作する人数を増やす。 掘り屑の除去には 乾燥させた牛糞を混ぜた泥水を使用する。牛糞混じりの泥水は 掘削孔を中心として 地表に掘った泥水溜りに貯える。 掘削時に 1人がヤグラの上に乗る 掘り管の上端に手のひらを当て 掘り管が上に向う時は押さえ 下降するときは開ける。 この操作を繰り返すことによって 手のひらは手押しポンプの水止弁の役割をし 掘り管が下降するときに 掘り屑混じりの泥水が その上端からオーバーフローし 掘進を促す。最後に掘り管を引き上げ その一部にフィルターパイプ

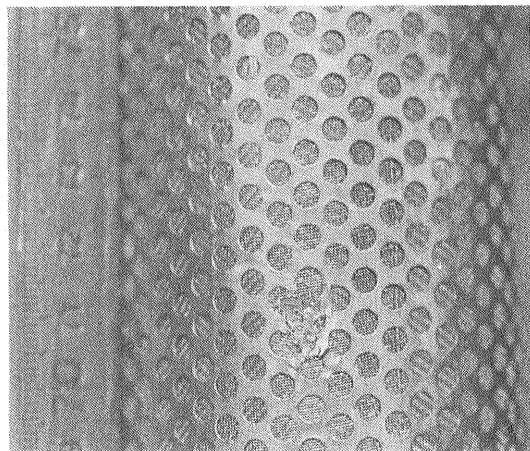


写真22 人力ボーリング井の坑底に挿入されるインド製のフィルターパイプ 内径 1.5インチの鉄製孔明管を真鍮の網で被い更にその外側を薄い真鍮板で被っている

(写真22)を取り付け 再び挿入し 側管として使用する。

カトマンズ市および南接するパタン市内には この方法によって掘った 200mクラスの井戸が多数あり 深いものでは230mを越える。掘削に要する時間は 200m井の場合 1組5～6人 3交替 24時間作業として早いものでは1週間で完成する。掘削費は 工事費として約11,000ルピー 鉄管およびフィルター代として約9,000ルピー 合計約20,000ルピー(約36万円)程度である。

おわりに

カトマンズ盆地の天然ガスは 第四紀の陸水堆積物中に胚胎する小規模の水溶性天然ガスであり 化学工業原料などを目的とする大規模開発の対象となり得るものではない。しかしながらこの鉱床は 燃料事情の悪い人口稠密なカトマンズ市街地の直下であり 地の利を得ているため民生用 家内工業用などの燃料ガスとしての小規模開発に対しては 充分経済的価値を有するものと考えられる。

長野県諏訪湖沿岸においては カトマンズ盆地と規模タイプ共に類似した水溶性ガス鉱床が 商業的に開発され 過去100年間にわたって 日産10,000m³内外のガスが生産されてきた。

カトマンズ市街地南部において 仮に日産1,000m³のガスが生産されれば この地方の生活水準からみて 2,000戸以上の家庭に燃料ガスを供給することができ 燃料事情の緩和 生活向上にと 寄与するところがきわめて大きい。

ネパール鉱山地質局では この鉱床の適正開発規模を策定するため 早速この地区において側管口径4インチ 深度300m程度の試験井を掘削し 動力揚水による生産

テストを実施する計画を進めている。

今回の調査中に行った鉱床のポテンシャルに関する調査は 時間的制約により カトマンズ市南部を中心とする面積約60km²の区域にとどまった。したがって今後 残る200km²の第四紀陸水堆積物分布区域のポテンシャルを 既存地下水坑井の地化学調査等を通じて解明する必要がある。また カトマンズ盆地は 基盤地形上から見る限り 深部ほど閉鎖度が高く 地下水の流動が小さくなると予想されるため 盆地深部に優良な水溶性ガス鉱床の潜在することが期待される。したがって第四紀陸水堆積物の厚く発達する地区において 基盤に達する試験井を掘削し 盆地全域に発達の予想される深部粗粒堆積物のガスポテンシャルを解明し 盆地全体にわたる適正な開発・利用規模を 総合的に把握することも必要である。

参考文献

- BINNIE and partners, 1973: Master plan for the water supply and sewerage of Greater Kathmandu and Bhaktapur. Report, World Health Organisation Project-Nepal 0025, Vol. IIC, Water Supply.
- BOESCH, H., 1974: Untersuchungen zur Morphogenese im Kathmandu Valley. Geographica Helvetica, Heft Nr. 1, 29.
- 福田 理・永田松三 1974: 禍いを転じて福となす湯の川温泉の炭酸ガス資源とその開発状況～ 地質ニュース 242号。
- GANSSER, A., 1964: The geology of the Himalayas. Interscience Publishers, London.
- HASHIMOTO, S., OHTA, Y., and AKIBA, C. (eds.), 1973: Geology of the Nepal Himalayas. Saikon Publishing Co., Tokyo.
- 工藤修治・森島 宏・佐藤俊二・松林英樹・浅川 忠 1976: 石油根源岩産油・産ガスポテンシャル評価に関する研究。石油開発センター年報 石油開発技術センター。
- MORIBAYASHI, S., and MARUO Y., 1980: Basement topography of Kathmandu Valley-Estimated from gravity data. Engineering Geology.
- MOTOJIMA, K., NATORI, H., NAGATA, S., TAKIZAWA, F., THAPA, G. S., STHAPIR, P. R., and GIRI, S. K., 1980: Natural gas resources in Kathmandu Valley. Japan International Cooperation Agency.
- 本島公司・品田芳二郎・牧 真一 1953: 諏訪湖天然ガス鉱床調査報告。地質調査所月報 4巻 9号。
- 名取博夫・本島公司・永田松三・滝沢文教 1979: カトマンズ盆地の地質および天然ガス。日本地質学会講演要旨。
- 滝沢文教 1976: 南部北上杜鹿半島のジュラ系にみられる河川成堆積サイクル。地質学雑誌 82巻 10号。
- THAPA, G.S., 1977: Investigation of the gas occurrences in the Kathmandu Valley. Unpublished report, Nepal Department of Mines and Geology.
- 山下昇 1973: ヒマラヤの生いたち。世界の変動帯 岩波書店。



写真23 UNDP(国連開発計画)の鉱床探査チームが専有している鉱山地質局の研究棟