

充用地物保

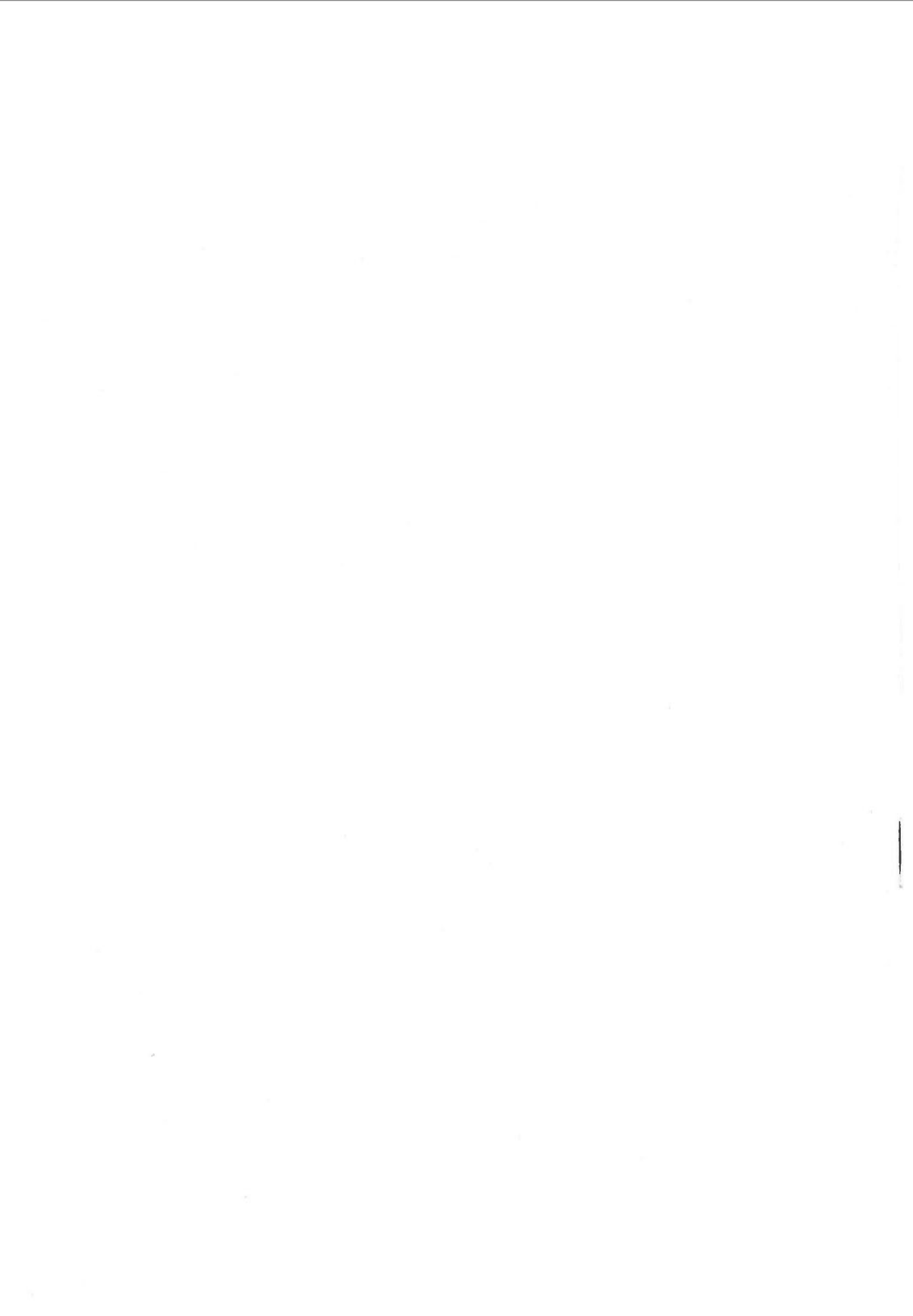
B. d. IV.

地質調査所報告 第216号

秋田県横手盆地の
水理地質学的研究

地質調査所

昭和41年8月



551. 49 (521. 14)

地質調査所報告

所長 佐藤光之助

秋田県横手盆地の
水理地質学的研究

通商産業技官 小西泰次郎

目 次

要 旨	1
I. 緒 言	1
II. 研 究 史	1
III. 横手盆地の地形・地質	2
III. 1 地 形	2
III. 2 地 質	6
III. 2. 1 層 序	6
III. 2. 2 平野部の地質	10
III. 2. 3 地質構造および構造発達史	16
IV. 横手盆地における地下水の分布	18
V. 横手盆地における地下水の化学的性質	19
V. 1 水質の概要	19
V. 2 流動性地下水の水質	21
V. 3 停滞性地下水の水質	22
V. 4 流動性地下水と停滞性地下水との水質の関連性	23
V. 5 第三紀層の地下水の水質	23
VI. 横手盆地における地下水理	24
VI. 1 停滞性地下水の状態とその流動を制限する条件	24
VI. 2 流動性地下水の生成とその状態	25
VI. 3 流動性地下水と湧水との関係	28
VI. 4 流動性地下水と被圧地下水との関係	28
VI. 5 流動性地下水と停滞性地下水との境界	29
VII. 要 約	30
文 献	31
Abstract	
Plates 1~3	

秋田県横手盆地の水理地質学的研究

通商産業技官 小西 泰次郎*

要 旨

奥羽脊梁山脈に沿ってその西側には秋田県北部から福島県に至るまで、いくつかの内陸盆地が連なっている。これらの盆地の地下水理は、規模の大きい平野、海岸平野または河谷平野などとは違った地下水理のあり方を示しており、横手盆地の地下水理はこれら一連の内陸盆地の地下水理の特徴をよくあらわしている。本論文は横手盆地の地質と地下水理とを関連づけ、これを水理地質学という体系のもとに研究を行なったものである。

横手盆地における地下水理およびその水質は、本地域のおかれた地質的環境に支配されたものであり、それはまた横手盆地の生成にはじまり現在に至る諸元の集積に他ならないことが明らかになった。

I. 緒 言

横手盆地は奥羽脊梁山脈と出羽丘陵間に横たわる東西12km、南北50kmの盆地で、秋田油田地帯の南東縁辺部に当り、油田地帯として、また盆地周辺の山地は東北日本に広く分布する緑色凝灰岩の分布地帯として、層位的に、また岩石学的に研究の対象となつてきた地域である。しかし沖積層に覆われた盆地平野部については、1、2の局部的な報文に止まり、その地下水理は明らかにされていなかった。筆者は1958年以来、東北地方各地の水理地質について調査研究を続けてきたが、横手盆地における地下水理は、奥羽脊梁山脈西側に連なる内陸盆地の地下水理の特徴をよくあらわしていることが明らかになったので、筆者は地質と地下水理を関連づけこれを水理地質学という体系のもとに研究を行なった。

この研究に当り現地調査を通じて水質分析を担当された地質調査所永井茂技官に感謝の意を表する。

本論文を草するに当り、終始御懇篤なる御指導と御教示を賜つた東北大学浅野清教授、畑井小虎教授、岩井淳一教授および北村信助教授に深甚なる感謝の意を表する次第である。

II. 研究 史

横手盆地およびその周辺山地の地質は、20万分の1地質図幅「秋田」が1892年(明治25年)三浦宗次郎により、同じく20万分の1地質図幅「新庄」が1905年(明治38年)井上禰之助により完成されたのにはじまり、村山賢一は、1万分の1「秋田県神宮寺油田」(大日本帝国油田第24区)地形・地質図および同説明書を1930年に、7万5千分の1地質図幅「本荘」および同地質説明書を1934年に、7万5千分の1地質図幅「横手」および同説明書を1937年に、また佐藤源郎は7万5千分の1地質図幅「角館」をそれぞれ地質調査所から出版している。

油田の地質構造の研究としては、上床国夫・片山勝・井尻正二および蔵田延男による「本荘—黒沢尻間の層序および地質構造」(1941)およびその地区の「新第三紀動物群」については大塚弥之助(1941)の報文がある。この他油田地帯調査の一環として実施されているPEAC報告は、加藤磐雄(1947)「秋田県横手盆地北方西縁部の油田地質調査報告」以後引続いて手記による報告書が提出されている。またこの地域を含めた天然ガス報告としては、石油技術協会(1958)による「東北地方天然ガス開発利用調査報告」があり、秋田油田全般については、池辺穰(1962)の研究がある。横手盆地および南接する新庄盆地の地質および岩石については加藤磐雄(1955)の報文があり、特に緑色凝灰岩の岩石学的研究を行なっている。このほか緑色凝

* 応用地質部

灰岩についてはグリーンタフグループによる研究が行なわれ、北村信 (1957)、藤岡一男 (1958)、井上武 (1958) 等緑色凝灰岩に関する研究は多い。

横手盆地東方の奥羽脊梁山脈については北村信 (1959) の脊梁山脈を中心とした造山運動についての報文があり、盆地西方の出羽丘陵西縁については田口一雄 (1959) および杓沢新 (1963) の層序学に関する報文がある。

地形のうち断層地形については、明治29年 (1896) の陸羽地震についての震災予防調査会報告 (1897)、同じく (1915) があり、また福井英一郎 (1928) の「地形学的並びに気候学的研究」および藤原健蔵 (1954) の横手盆地東縁北部の断層地形とその運動についての研究がある。

横手盆地および雄物川狭窄部には多数の曲流河跡があり、これらについては2、3の報告および堀田報誠 (1962) の東北各河川の自由曲流についての報文がある。

盆地平野部の沖積層に覆われた地域の研究は少なく、地下水については渡部景隆 (1955) の「湯沢市における井戸水の弗素含有量と地質構造との関係」の報文および農林省仙台農地事務局 (1963, タイプ印刷) の仙北平野地区地下水調査報告として盆地北東部に発達する扇状地の浅井戸の揚水試験報告がある。

Ⅲ. 横手盆地の地形・地質

Ⅲ. 1 地 形

横手盆地東側のいわゆる真晝山塊の断層運動については、すでに多くの報告があり、また盆地の西側および南方の湯沢付近における断層地形もよく知られているところである。

盆地平野部の地形は、南東方の皆瀬川上流方向に高く、雄物川が盆地から流出する神宮寺狭窄部に向つて高度を漸減し、その標高は南方の湯沢付近において80m、盆地中央の根田谷地付近で40m、神宮寺狭窄部付近では約20mである。盆地の東側を劃する奥羽脊梁山脈は急峻な地貌を呈し、真晝嶽をはじめとして標高1,000mをこえる山塊が連なり、北方の和賀嶽 (1,400m) から南方の栗駒山 (1,628m) に至る間の稜線頂の平均値は1,030mである。これに反して西側の出羽丘陵は、大曲市西方の姫神山 (388m) から南方の太平山 (474m) までの稜線頂の平均値は384mで、低夷な丘陵地の地形をなしている。

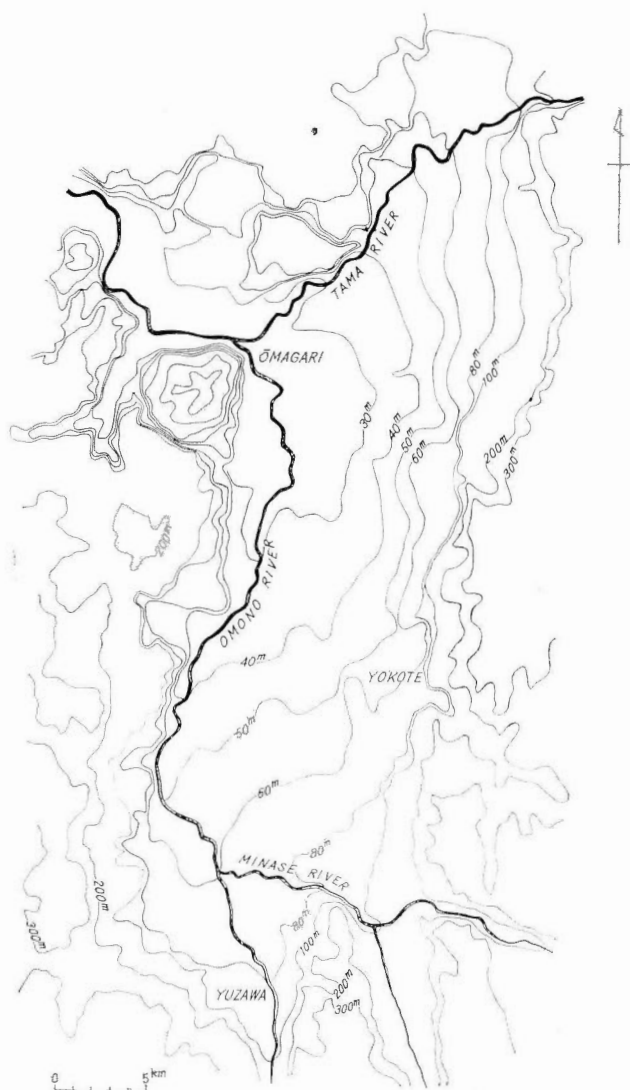
雄物川本流は雄勝山地にその源を発し北方に流れ、湯沢市北西方において皆瀬川を合流して出羽丘陵の東側を北上し、さらに盆地東側の横手市付近の山地から流出する諸河川を合せて大曲市に至り、北東方から流下する玉川を合流した後、神宮寺、刈和野の狭窄部をへて秋田平野に出て日本海に注ぐ。雄物川本流の河川勾配は、上流の院内付近においては約 $1/80$ 、湯沢市付近では約 $1/350$ 、盆央の沼館付近においては約 $1/700$ でこの付近から勾配は緩くなり、大曲市においては約 $1/2000$ 、刈和野においては約 $1/3200$ である。

横手盆地の原地形の復元図第1図は200mの谷を埋め、さらに500mの谷を埋めたもので、標高100mの等高線がほぼ盆地平野部を包み、皆瀬川と成瀬川の合流点から北西に向つて、地形は緩傾斜し、旧扇状地としては皆瀬川および成瀬川の旧扇状地および盆地北東部の斉内、川口および六郷の旧扇状地が識別される。扇状地および段丘の分布図を写真地図に記入したものは第2図である。

盆地平野部の北東方および南東方には旧扇状地がみられる。盆地の北東方には旧扇状地を覆つて新しい扇状地が発達し、それらは互に重なりあつた複合扇状地群を形成し、さらにこの間を河谷が解析している。

旧扇状地の規模の大きいものは、皆瀬・成瀬の扇状地で、復元図では一つの扇状地の形態をとつているが、これは旧成瀬川扇状地と、旧皆瀬川扇状地に分けるべきもので、後述の十文字面および醍醐面は成瀬川をつくつた段丘であつて、増田と浅舞とを結ぶ線の北東側は成瀬川の扇状地で、ここから南西方の地域は皆瀬川の扇状地である。盆地の南部においては、この他に雄物川、役内川および西馬音内川の扇状地が複合扇状地をつくつている。これら旧扇状地の扇面勾配は著しく緩く、皆瀬川では0.005、西馬音内川では0.008である。

盆地北東部の扇状地は、北方から白岩・五百刈田・斉内・川口・千屋・六郷および金沢の諸扇状地に分けられ、白岩扇状地はその扇面勾配によつて、上、中、下の三面からなり、扇面勾配は上面は0.0466、中間は0.0226、下面は0.012、扇面の先端および右扇の一部は玉川によつて削りとられ、下扇面の形状もまた明確



第1図 横手盆地の地形復元図
Restore map of the Yokote basin, Akita prefecture

豊川の扇状地の扇端湧水帯が川口川と真豊川との合流点付近にあり、また千屋扇状地湧水帯は本堂城回を中心にした標高50～58m付近にある。

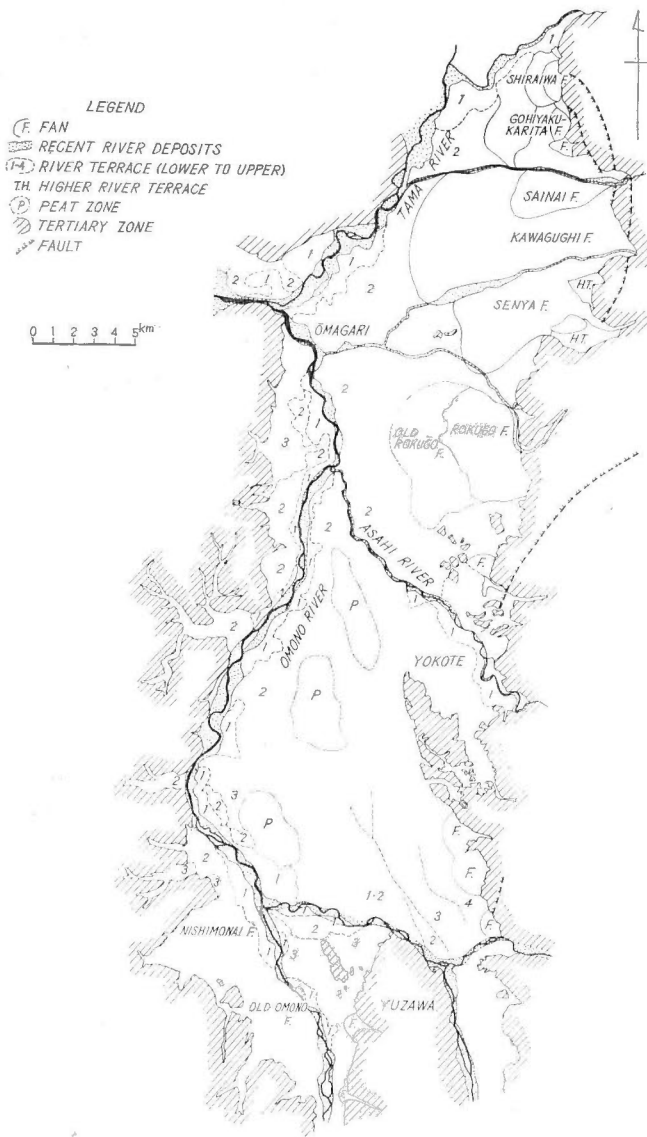
六郷扇状地は鞠子川の一つつた典型的な扇状地で、扇面勾配は0.014、南方から北方に向つて成育した扇状地で、現在の鞠子川は山地の出口から北方に著しく流路を変じて右扇端を削つて西方に流れている。扇端の六郷町を中心にして、標高38～50m付近に湧水帯がある。この他横手市金沢・平鹿町三島および釜ノ川・増田町沢口などに小規模の新しい扇状地が発達している。

雄物川およびその支流の段丘群は、雄物川が山地を出て以降、すなわち湯沢市以北の流域、皆瀬川および成瀬川については増田町から下流の地域、また北方の玉川については白岩扇状地を通過した後の沿岸についてそれぞれ発達が見られる。これらの段丘はいずれも低位段丘に属し1段ないし4段に分けられる(第2図)。第1段は現河床との比高は数10cmないし2mあつて、多数の旧河跡の乱流の跡が見られる。第2段～第4

さを欠き扇端湧水も明らかでない。

五百刈田扇状地は白岩扇状地と斉内扇状地にはさまれた小扇状地で、扇面勾配は上扇面が0.027、中扇面は0.023、上扇面はよく保存されているが、中扇面は白岩扇状地との境界は認められるが、斉内扇状地との境界は認めにくく、下扇面はこれらの扇状地と複合扇状地をなしているために、その境界は認められない。斉内・川口および千屋の3扇状地は相接した複合扇状地を構成する。斉内および川口扇状地の扇面勾配は0.01～0.012とほとんど均一で、また斉内川および川口川による河谷の解析の度合も進んでいる。斉内扇状地は上流部の右岸に段丘崖を形成し、このような段丘の発達は大規模のものが川口扇状地の右岸において見出されるにすぎず、斉内扇状地においては侵食が盛んに行なわれたことをあらわしている。斉内扇状地の扇端湧水帯は、右岸においては標高50～60m付近、左岸は53～58m付近に分布し、川口扇状地の上部湧水帯と連続している。川口扇状地の扇端湧水帯は上下2帯に分かれ、上部湧水帯は標高50～55m、下部湧水帯は38m付近に分布する。

千屋扇状地は真豊川によつてつくられた旧川口扇状地を覆う北部扇状地およびその南方の釜淵川によつてつくられた扇状地との複合扇状地で、下扇部においては、その両者を区別することは困難である。湧水帯は真



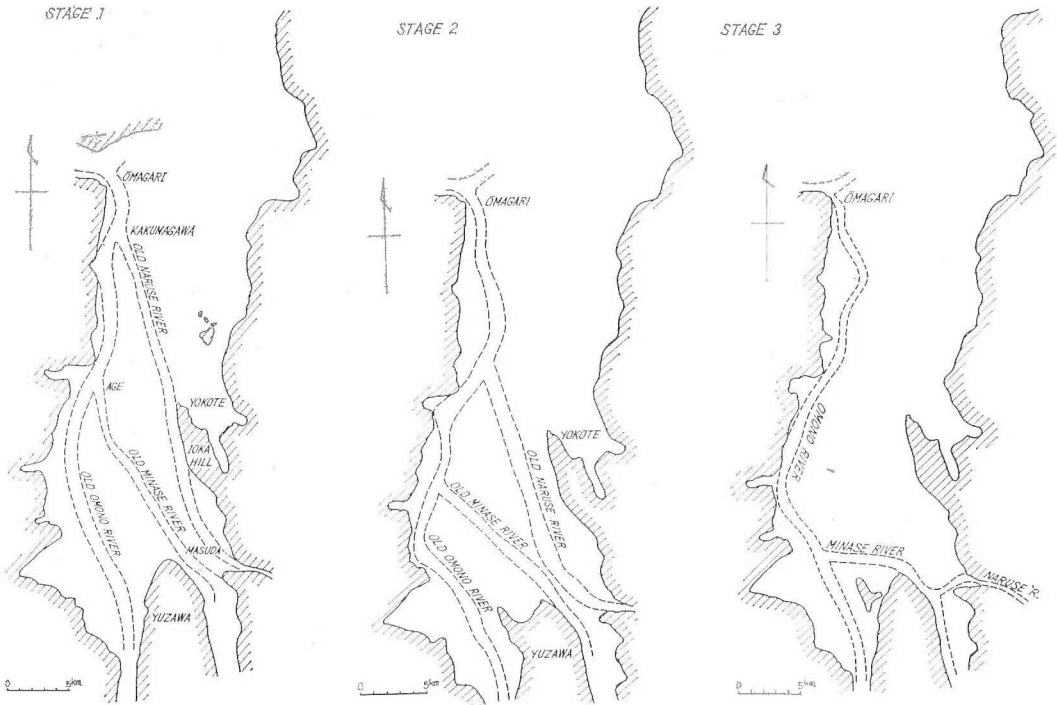
第2図 横手盆地における扇状地および段丘の分布
Map showing the distribution of fan and terraces in the Yokote basin, Akita prefecture

段の段丘は雄物川本流の段丘および旧皆瀬川および旧成瀬川のつくつた段丘からなる。

高位段丘は千畑村善知鳥、相長根付近の標高160~200mの高所に分布するもので、安山岩質の砂礫および粘土等からなる。

皆瀬川および成瀬川の河道の変遷は、旧成瀬川は初期においては盆地南東部の増田町樋場から平鹿町醍醐・横手市清水新田をへて大曲市南部の角間川付近において雄物川に合流していた。これらは樋場および醍醐を結ぶ段丘面の存在、横手市南西方の猪岡丘陵の西側が直線的に削剝されていることで、この状況は現在の大曲市と大森町間の横手盆地西側の山際が直線的であるのと、ほぼ同様の状況と推定され、猪岡丘陵の西側も、旧成瀬川の削剝とみなされること、空中写真の実体視により旧河道を識別できることおよび旧成瀬川の流路による成瀬透水帯が清水新田付近にまで及び、流動性地下水域を北方に押し上げていることなどにより推定される。また旧皆瀬川は増田町の西側を通り、十文字町仁井田・平鹿町浅舞および石塚をへて大雄村阿気付近において雄物川に合流していた。これらは、仁井田から平鹿町鍋倉付近に及ぶ低位段丘の分布および流動性地下水の分布が平鹿町浅舞付近で北西に押し上げられていることにより推定される(第3図a)。その後の地盤運動により旧成瀬川は流路をやや西

に移して、増田町から十文字町十五野新田および大雄村田根森をへて大慈谷地付近で雄物川に合流し、旧皆瀬川も流路をやや西方に変えて、十文字町仁井田および平鹿町鍋倉をへて雄物川町沼館付近において雄物川に合流していた。旧成瀬川の流路については、増田町から十五野新田に及ぶ段丘面が存在し、旧皆瀬川の流路については旧河跡が見出され、地盤の傾動は東側が高く、西側に低い運動が継続したものである(第3図b)。次いでおこつた地盤変動によつて成瀬川と皆瀬川は合流して流路を北西にとり現在の河道に近い流路をとるに至つた(第3図c)。



第3図 a

第3図 b

第3図 c

横手盆地における雄物川、皆瀬川および成瀬川の旧流路

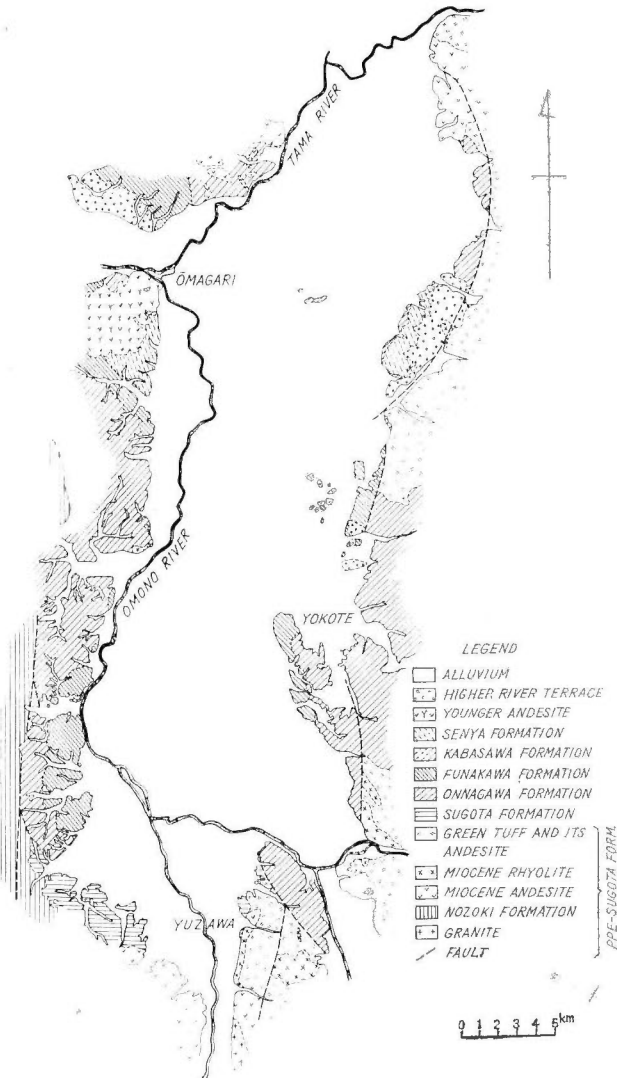
Map showing the course of the old Omono, Minase and Naruse rivers in the Yokote basin, Akita prefecture

現在の雄物川は皆瀬川を合流後に、盆地西側の山地を削割し、流路は次第に西方へ移りつつあり、その下流は大森町において流紋岩の堅硬な山地にさえぎられて流れを北東方向に転じ、大森町と大曲市の間においては、大森町と湯沢市との間の逆方向の円弧を描き北東方向に平野部を侵食している。これら河川の旧河跡は、雄物川本流においては湯沢市付近で両岸にみられ、皆瀬川と合流後は西馬音内までは左岸に主としてみられ、西馬音内から大森町までは右岸に、大森町から大曲市までは左岸にみられる。これらの河跡について考察すれば、湯沢市付近では曲流の波長に較べて曲流幅は小さく、その数も少ない。雄物川が本格的曲流を行なうのは皆瀬川と合流後で、西馬音内から大森町における曲流は、曲流波長対曲流幅の比は2:1ないし3:2である。大森町から大曲市間においては曲流の屈曲ははなはだしく、曲流波長と曲流幅の比は、1:1以上のものが多くなり、その比が1:3をこえるものも時にはみられる。雄物川が平地河川として自由蛇行を行なうのは、大曲市から下流においてである。

III. 2 地 質

III. 2. 1 層 序

横手盆地周辺の山地を構成する第三紀層は秋田油田地帯一般に分布する地層とほぼ同層準の地層が発達している。



第4図 横手盆地地質図

Geologic map of the Yokote basin, Akita prefecture

岩質：凝灰質砂岩・泥岩等の堆積岩・緑色凝灰岩・集塊岩・角礫岩および安山岩・熔岩等の火山噴出岩およびその碎屑岩・湯沢市南方においては花崗閃緑岩等からなり、一般に堅硬で保水性に乏しく、本地域の基盤岩を構成している。

2) 須郷田層 Sugota Formation

村山賢一(1934)の高瀬川層上部を、片山勝(1941)が東由利村須郷田付近を模式地にして、偽層の発達した粒子の粗い堆積物からなる地層を区分したもので、下位層とは一部は不整合関係にあるが、また岩層上の識別が困難なこともあるので、地質図(第4図)においては水理地質に関係のない地域においては先須郷田層に一括してあるところもある。本層は多数の海棲貝化石および有孔虫化石を産し、また *Desmostylus*

秋田県内の標準層序として一般に用いられている男鹿半島における層序および横手盆地周辺を含んだ地域の加藤磐雄(1955)および北村信(1959)の報文における層序と筆者の層序とを対比したものは第1表、また横手盆地における地層名は、加藤(1955)により出羽丘陵地帯を模式地にとつて命名されたものであるが、出羽丘陵と脊梁山脈とでは堆積環境も異なるので、筆者は地域的な地層名とともに秋田油田において一般に用いられている名称を()をつけて併せ用いた。

1) 先須郷田層 Pre Sugota Formation

先須郷田層とは、二井山層(女川層)の下位にある、いわゆる緑色凝灰岩類に属する堆積岩、火山岩および火山碎屑岩類および花崗岩類等の先二井山層の地層から、須郷田層だけを分離したもので、後述のように横手盆地においては、須郷田層だけが帯水層となつている場合があるので、特にこれを分けた。

分布：本層は出羽丘陵においては大森町勝軍山からその南方に連なる高地に分布し、地域南部においては西馬音内および湯沢市の南部地域および増田町東方の成瀬川沿岸地域、盆地の東側山地においては横手市金沢以北の地域に分布する。

AGE	STAGE	AKITA STANDARD	YOKOTE BASIN	YOKOTE BASIN	YOKOTE BASIN	
		OGA PENINSULA	KATŌ I. 1955	KITAMURA N. 1959	KONISHI T. 1964	
QUATERNARY	VII	TERRACE DEP.	TERRACE DEP.	TERRACE DEP.	TERRACE DEP.	
		KATANISHI FM.				
	VI	SHIBIKAWA FM.			SENYA FM.	
		—	WAKIMOTO FM.	NUNOMATA FM. SANZU-KAWA FM.	NUNOMATA FM.	
	TERTIARY	V	KITaura FM.	KABASAWA FM.	KABASAWA FM.	KABASAWA FM.
		IV	FUNAKAWA FM.	IOKA FM.	IOKA FM.	IOKA FM. (=FUNAKAWA FM.)
		III	ONNAGAWA FM.	NIYAMA FM.	NIYAMA FM.	NIYAMA FM. (=ONNAGAWA FM.)
		II	NISHIKUROSAWA FM.	SUGOTA FM.	SUGOTA FM.	SUGOTA FM.
		I	DAIJIMA FM.	INNAI TUFF & UKIBUTA ANDESITE	INNAI FM.	PRE-SUGOTA FM.
			MONZEN FM. AKASHIMA FM.	NOZOKI FM.		

第1表 対比表
Correlation table

の歯も発見され、男鹿半島における西黒沢層に対比される地層である。

分布：盆地の縁辺部においては羽後町元西馬音内の南方および湯沢市街地の西方山地に分布する。

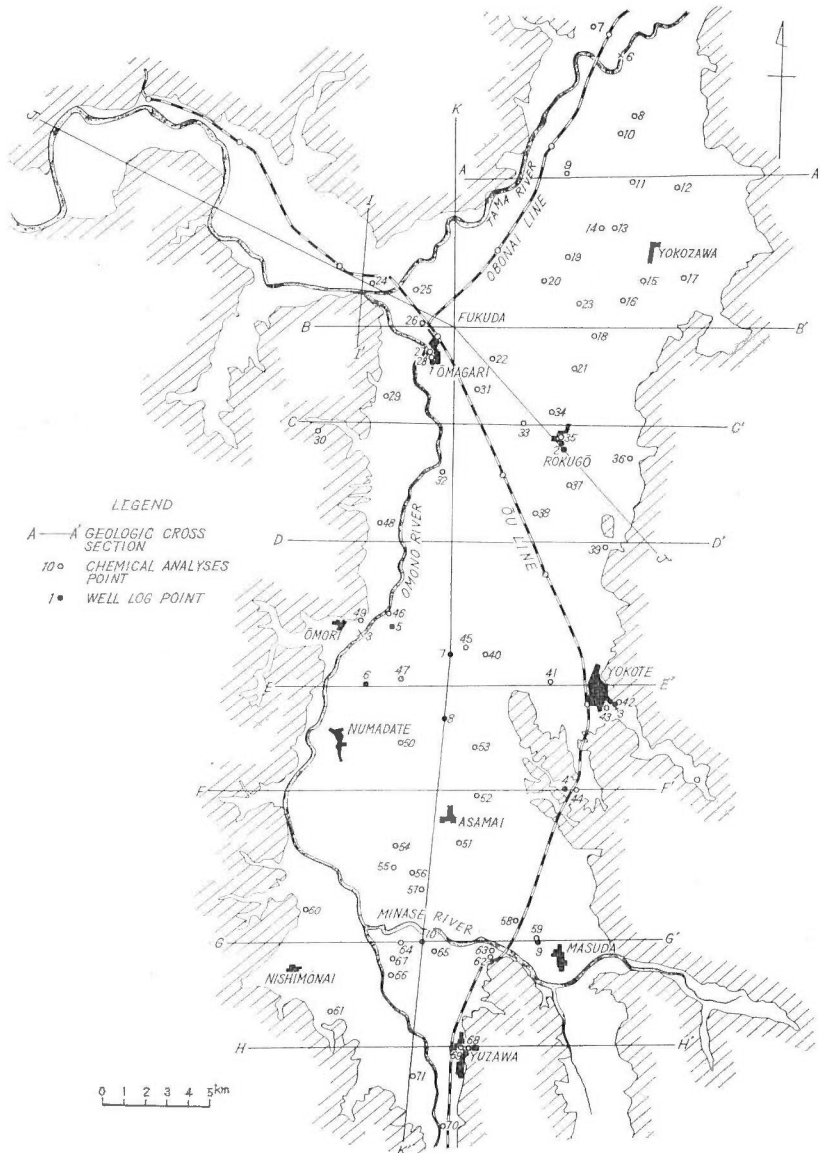
岩質：下部は、安山岩・流紋岩等の円礫からなる礫岩で偽層が発達し、上部になるに従って礫質粗粒砂岩・粗粒砂岩になり、中部から上部に移るに従って細粒の堆積物の凝灰質細粒砂岩・凝灰質シルト岩等となり、ところにより細礫岩を挟有する。羽後町元西馬音内および湯沢市周辺に分布する本層は、礫岩・礫質凝灰岩・砂質凝灰岩・砂岩等の比較的粗粒の物質からなり、本層のうちで硬く固結していない砂礫質の地層は保水性もあり、また透水性もあるのでこの付近における帯水層となつている。

3) 二井山層 (女川層) Niiyama Formation (=Onnagawa Fm)

本層は加藤磐雄 (1955) が雄物川町二井山付近を模式地として命名したもので、その基底部には海緑石砂岩・泥岩をもち、須郷田層を整合に被覆する。村山賢一 (1934) の女川層、片山勝 (1941) の珪質頁岩層および村山賢一 (1937) の横手図幅における川尻凝灰岩層、金沢凝灰岩および頁岩互層・山内頁岩層の一部がこれに相当するものである。本層は岩相および有孔虫化石により男鹿半島に発達する女川層に完全に対比される。

分布：盆地をとり囲む周縁山地に広範囲にわたり分布する。盆地北縁部では玉川の下流右岸地区に分布し、神岡町関口付近において伊岡層に整合に被覆される。出羽丘陵地帯では、大森町水沢付近から南方の羽後町元西馬音内にかけて分布し、水沢および雄物川町新町付近で伊岡層に整合に覆われる。また盆地東側の山地では、太田村・千畑村および横手市周辺に分布し、太田村においては、下位層とは断層で接し、千畑村千屋においては千屋層に不整合に覆われる。横手市においては上位の伊岡層とは一部断層、一部は整合関係で接している。

岩質：本層は比較的岩質の変化が少なく、硬質泥岩・珪質泥岩・凝灰質泥岩およびそれらの互層からなり、上部は凝灰質の薄層を挟み、層理がよく発達しているのも特徴の一つで、またしばしば泥灰岩の団球を有し、化石の産出はむしろ少ない。容水地盤としては、本層は一般に堅硬なため、単層としては透水し難い地層に属する。しかし時には軟質の砂質または凝灰質の部分があり、若干の保水性のある岩相を呈することもあり、また向斜構造あるいは地層が緩く傾斜している場合に、上層がこのような保水性のある地層で、下層が難透水性の地層であるときは、上層は容水地盤となりうることもある。



第 5 図

4) 伊岡層 (船川層) Ioka Formation (=Funakawa Fm)

二井山層を整合に覆い、漸移層の基底に砂岩または凝灰質砂岩の薄層を挟むことがある。

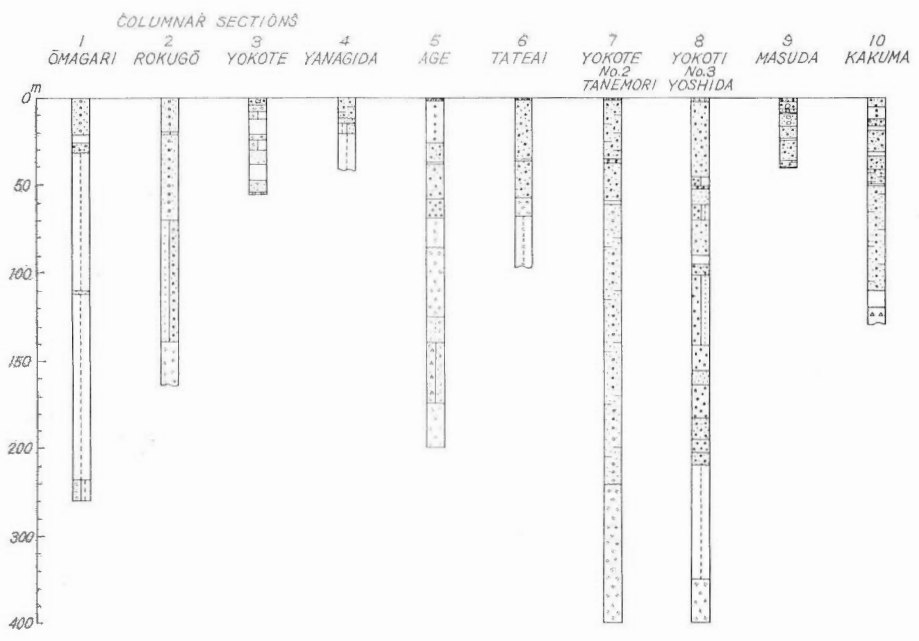
本層は男鹿半島における船川層にそのまま対比されるものである。

分布：本層は神宮寺狭窄部の北方山地および盆地西縁部においては、雄物川町の雄物川左岸に分布する。盆地の東部においては、横手市金沢および猪岡丘陵の東縁部において、二井山層を覆い分布する。

岩質：本層は岩質に変化の少ない地層で、灰黒色泥岩からなり、時には褐色ないし暗褐色の泥岩となる。本層は主として緻密な泥岩のため、地層としては難透水層に属し、保水性は少なく容水地盤とはなりにくいが、このうち砂質泥岩または泥質砂岩の地層のところは透水性もあり、帯水層となる。

5) 樺沢層 Kabasawa Formation

村山賢一(1934)の細越頁岩および加藤肇雄(1955)の樺沢層と同様で、大曲市南東部の伊岡近くの樺沢堤付近を加藤が模式地としたもので、伊岡層を整合に覆い、大曲西根近くの中沢台においては、火山岩屑に



LEGEND OF COLUMNAR SECTIONS

BOULDER	CLAY
PEBBLE	TUFF
GRAVEL	TUFFACEOUS
PEBBLE BEARING	ALTERNATION OF MUD AND TUFF
SAND & SANDSTONE	INTERCALATED CLAY LAYERS
SANDY CLAY	AGGLOMERATE
MUDSTONE	ANDESITE
SILT	

第 6 図

覆われる。

分布：大曲市大曲西根付近に、狭い範囲で分布する。

岩質：淡灰色ないし灰色の無層理または層理を示すことの少ない凝灰質の泥岩および砂質泥岩からなり、下部に浮石質凝灰岩の薄層をはさみ、また風化しても角細片とはならず、下位の伊岡層と識別される。容水地盤としての性質は、地層全体が若干砂質となり、保水性および透水性は伊岡層より幾分まさっている。

6) 千屋層 Senya Formation

千畑村千屋付近を模式地とする地層で、内陸の堆積物で、時代的には男鹿半島における鮎川階に対比されるものであるが、鮎川層は内湾の堆積環境のもとにあつたのに対し、本層は内陸の湖成層である。

分布：千畑村千屋付近の標高 100m 以上の高所にその分布は限られている。二井山層を不整合に被覆し、東側は断層をもつて緑色凝灰岩層に接している。

岩質：礫岩および砂礫層を主とし、砂岩および凝灰質泥岩等からなり、下部に 20cm ないし 70cm の粗悪な亜炭を挟有する。容水地盤としての本層は、泥岩または泥質の部分および、固結度の高い礫岩の部分を除いては保水性もあり、容水地盤となりうるものである。

7) 第四紀堆積物 Quaternary Deposits

第四紀堆積物は、盆地平野部においては、その下底が最も深いところでは海水準下 200m もあるので、あるいは一部は洪積世の堆積物に属するのではないかと思われるが、現在のところでは、これを証する化石は

見出されていない。第四紀堆積物は、全体としては砂礫質の地層であるが、下部においては砂礫と砂質粘土との割合が30%ないし50%に及ぶ場合もあり、上部においては主として砂礫で、ところどころに粘土層を挟んでいる。この砂礫層中には埋木、泥炭または草炭などの湖沼の堆積物とみなされるようなものはほとんど発見されず、わずかに盆地西縁部の大雄村阿気において行なつた構造試錐において、地表から70mないし80mの深さの地点において植物の破片が認められたにすぎない。

III. 2. 2 平野部の地質

横手盆地の平野部の地下地質は、盆地平野部を覆う第四紀層の下位には第三紀層が賦存し、現在知られている第四紀層の厚さの最も厚いところは、大雄村田根森精兵衛における242mである。

盆地平野部の断面は、東西方向の断面を北からA～A'ないしH～H'、神宮寺狹窄部および盆地中央部の南北方向の断面I～I'およびK～K'および強首、大曲市福田・六郷を結ぶ断面J～J'である。これらの断面の位置図は第5図に、また代表的な地質柱状図を第6図に示した。

1) 横手平野の地下断面 Section A-A' (第7図)

この断面は中仙町開から太田村の斉内扇状地の扇頂部を結ぶもので、中仙町黒鑑においては、17mまで粘土混りの砂礫層で、地表の数mには腐植土または泥炭質黒色粘土がある。

第四紀層の厚さは地表から約50mで、その下位は硬質泥岩層である。

Section B-B' (第8図)

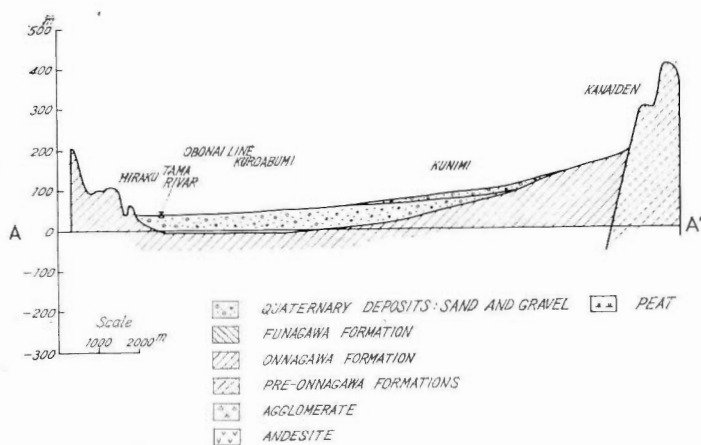
この断面は大曲市北東方の姫神山と千畑村浪花を結ぶもので、大曲市街地では、深度21mまでは表土および細礫混りの中粒砂で、以下26mまでは青灰色粘土、31mまでは安山岩および流紋岩質中礫を含む砂礫層であつて、ここまでは第四紀層である。以下111mまでは暗灰色ないし黒色の泥岩が続き、111mから113mまでは凝灰質粗粒ないし中粒の砂岩、113mから236.5mまでは暗灰色ないし黒色の泥岩が続き、本層は伊岡層(船川層)とみなされる。236.5mから267.5mまでは凝灰質粗粒砂層で、以下282mまでは凝灰岩と暗灰色ないし黒色の泥岩との互層である。大曲市北東部の福田における石油資源開発(株)の試錐によれば、地表から深度62mまでは第四紀層で、砂および粘土層を挟んだ砂礫層からなり、それ以下は硬質泥岩層で、本層は二井山層(女川層)とみなされる。またこの断面の中間に当る仙北村真山および長森には硬質泥岩からなる高さ約25mの残丘が平野のなかに突出しているの、盆地北部においては基盤の第三紀層は割合に浅く、それを覆う第四紀層の厚さもあまり厚くなく30m前後で、厚いところでも60mていどである。

Section C-C' (第9図)

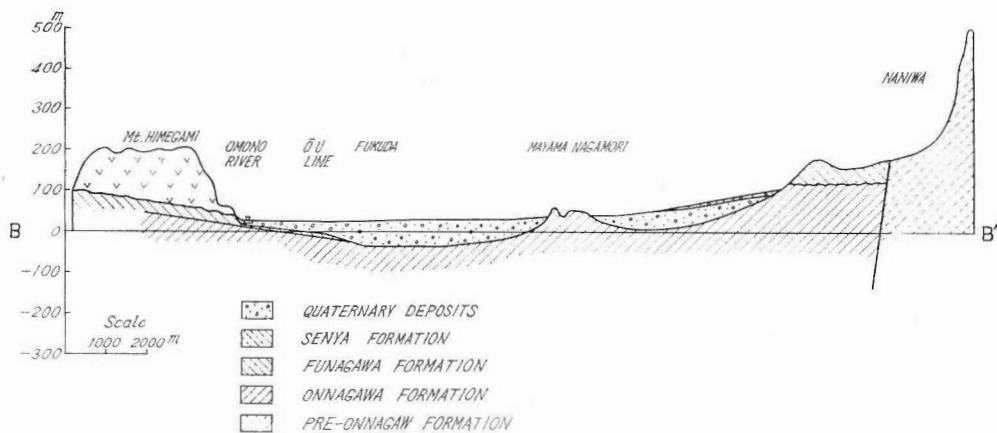
この断面は大曲市荒町と六郷町金沢東根を結ぶもので、荒町から雄物川の左岸にかけては、表土は粘土または粘土質砂で2mないし6mの厚さを有し、その下位には10mないし20mの厚い砂礫層が分布する。山地から雄物川左岸までは、第三紀層までの深さは比較的浅いが、雄物川右岸からは盆地の中心部に向つて急激に深くなつている。雄物川右岸では表層は粘土層であるが、その下位の第四紀層は粘土と砂礫の互層で、時には10mをこえる厚い粘土層が発達することもある。六郷町市街地の南端に地質調査所構造成性ガス調査グループが施行した構造試錐によれば、地表から70mまでは細礫ないし中礫混りの中粒ないし粗粒の砂で、その下位には青灰色シルトを20%ないし50%混じた礫交りの中粒ないし粗粒の砂層が、深度139mまで続き、ここまでは第四紀層である。139mからは緑灰色の凝灰岩がくる。

Section D-D' (第10図)

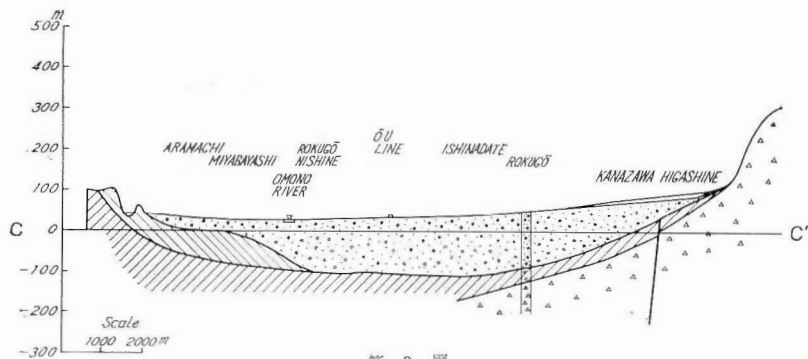
この断面は大森町袴形から横手市金沢に至るもので、雄物川左岸の布師において行なつた電気探査およびその南方の大森町阿気の構造試錐の結果から、第四紀層の基底は東に向かつて比較的急激に深くなつていくことが分つた。阿気においては、地表近くには粘土層があり泥炭および褐色木片を混じり、4.2mまでは砂礫混りの粘土、その下位には安山岩・流紋岩の礫からなる玉石があり、以下37mまでは青灰色の安山岩質の中ないし細礫混りの粘土層で、37mから69.5mまでは安山岩質の礫を混じた砂礫層で、ところどころに粘土層を挟有する。69.5mから85.6mまでは炭化植物の破片を含む茶褐色の粘土、炭質黒色粘土および凝灰岩と粘土との互層で、炭化植物片には生の部分があつたという記載があるので、85.6mまでは第四紀層である。深度85.6mから200mまでは灰白色凝灰岩・砂質凝灰岩、時には角礫質凝灰岩からなり二井山層(女川層)に



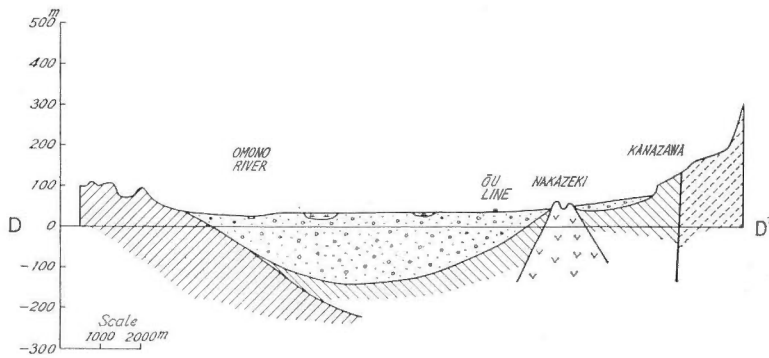
第 7 図



第 8 図



第 9 図

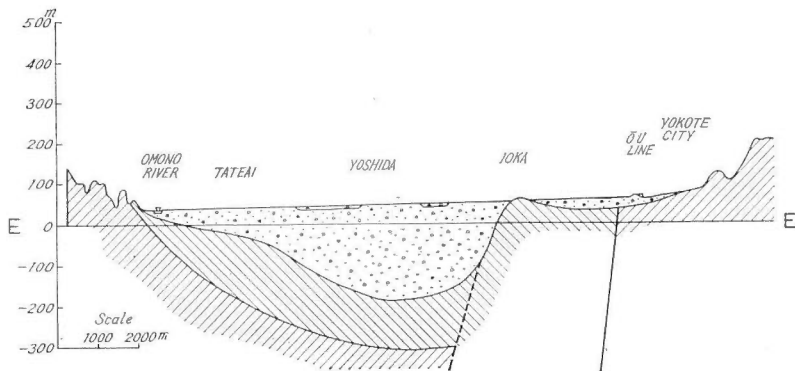


第 10 図

相当する地層である。奥羽本線の東側には安山岩および第三紀層の残丘があつて、奥羽本線を境にして第三紀層の基盤はにわかに浅くなつている。

Section E-E' (第11図)

この断面は雄物川町矢神と横手市の市街地を結ぶもので、羽後交通線館合駅の南東方における地質調査所



第 11 図

構造性ガス調査グループが実施した館合構造試錐によれば、地表は黒褐色粘土で、深度35mまでは黄褐色の砂礫、その下位には約50cmの褐色粘土を挟み、それ以下56.3mまでは固結度の低い砂礫からなる第四紀層の堆積物である。56.3m以下は第三紀層に属し、70mまでは灰褐色ないし淡灰色の浮石質ないしは浮石質砂質凝灰岩、70mからは暗灰色の浮石質凝灰岩を挟む暗褐色の凝灰質泥岩がくる。

この断面の東方の猪岡には盆地の東側山地から離れて第三紀層の丘陵が突出していて、この西側と館合との間には横手盆地内で第四紀層の基底の最も深い部分が南北に細長くのびている。猪岡と横手市間の第四紀層の厚さは20~30m以内で、横手市市街地付近においては、地表から数mの玉石混りの砂礫層の下位には第三紀層の青灰色凝灰質泥岩と褐色硬質泥岩との互層がくる。

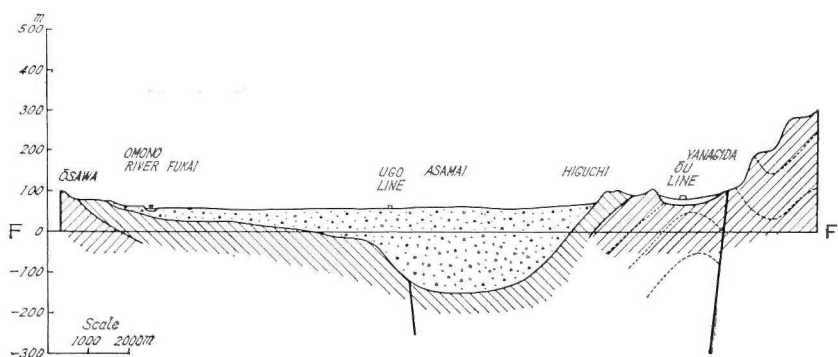
泥炭層は第四紀層の深部には賦存せず、ごく地表に近い深度20m以内のところのみ分布し、その多くは地表から数m以内のところにある。泥炭層は盆地中央部に南北に長く分布し、その区域を大別すれば3カ所になり、またそれ以外にも小区域に泥炭層が分布する個所は盆地内に多数散在する。泥炭層の分布区域は北

から田根森地区、吉田地区および根木場地区に分ける。田根森地区は大雄村中野から根田谷地に至る東西約1.5km、南北約8.5kmにわたる地域で、地表から数10cmの浅所に賦存する泥炭は厚さ0.5m以下の薄層で、地表から0.5m以上の深いところに賦存するものは、その厚さも0.5m以上あり、その厚いものは3mに達することもあり、数cmから数10cmの白色ないし暗褐色の粘土をしばしば挟有する。泥炭層の厚いものは層厚17mに達するものもあり、村山賢一(1934)によれば、角間川付近において厚さ0.7mの黒褐色粘土の下に礫混りの厚さ0.7mの黒色粘土があり、その下位に厚さ17mの泥炭が賦存した。

平鹿町吉田付近には、北は大雄村桜森付近から南は平鹿町狐森付近まで、東西約2km、南北約4kmにわたって泥炭層が分布する。ここでは地表から0.5mないし1m厚さの黒褐色粘土層の下位に厚さ1m内外の泥炭層がある。このほか十字町谷地新田付近には、北西～南東方向に幅1.5km、長さ3kmにわたって泥炭層が分布する。泥炭は灰黒色ないし褐色を呈し、沼沢生の草根を多数混在し、また所によつては埋木を多数産することもある。埋木は褐色の幹部で、時に長大なものもあり、*Pinus* sp. *Cryptomeria* sp. *Crunus* sp. 等である。

Section F-F' (第12図)

この断面は雄物川町大沢と横手市柳田を結ぶもので、地形的には雄物川が南東方から盆地西側の山地に接してこれを削剝しつつある個所で、盆地の西側山地からやや離れたところの第四紀層の深さは地表から50m

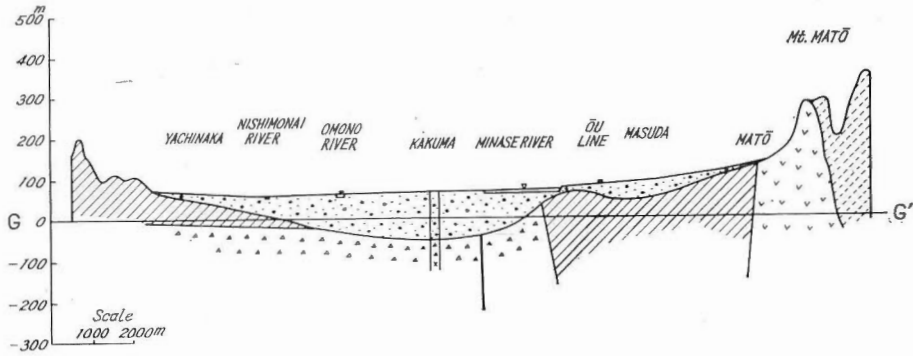


第 12 図

ないし60mで、盆地の中心部に至つて第四紀層の深さは急激に深くなる。柳田における地質調査所構造性ガス調査グループが施行した構造試錐によれば、地表から11mまでは暗灰褐色の粘土、黄褐色砂混り粘土および暗灰色の砂礫混りの粘土であつて、第四紀層である。深度11mから20.4mまでの黄青灰色砂岩および暗灰色泥岩と砂岩の互層は、下位に続く泥岩とはやや岩質を異にしているが本層は第三紀層と考え、深度11mまでを第四紀層とする。

Section G-G' (第13図)

この断面は羽後町谷地中と増田町真人山を結ぶもので、雄物川左岸地区は西馬音内川の扇状地の砂礫層が発達している。盆地中央部の皆瀬川左岸の角間における地質調査所構造性ガス調査グループが実施した構造試錐によれば、地表から深度5mまでは粗砂混り砂礫層で現河床の堆積物に近いものである。深度5mから11mまでは青灰色粘土で下部には若干の礫を有している。11mから40mまでは粗砂混りの砂礫層で1m以下の厚さの緑灰色粘土の挟みをもつ。深度40mから110mまでは緑灰色粘土を挟有する粗粒砂を含む砂礫層である。110mから120mまでは緑灰色ないし紫灰色の粘土で、下位層の風化物の堆積したものと考えられ、深度120mまでは第四紀層で、その下底は海水準下50.76mである。深度120mからは輝石安山岩の集塊岩ないしは熔岩がくる。

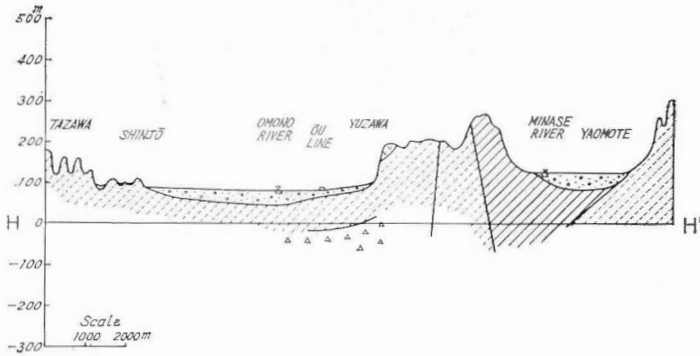


第 13 図

増田町においては、表層の粘土層の下位には深度16mまで黄色の玉石混り砂礫層があり、間に粘土および玉石層を挟有する。深度16mから40mまでは玉石混りの粘土を挟む砂礫層で、礫は安山岩および流紋岩の礫が多い。

Section H-H' (第14図)

湯沢市の中心を通る断面で、盆地の南端に当たっているので、第三紀層はきわめて地表に接近している。湯沢市街地の東方山地には須郷田層に属する岩崎礫岩部層(渡部景隆, 1955)が分布し、試錐のコアにおいては

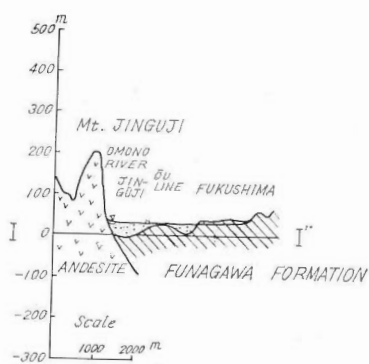


第 14 図

扇状地の礫層との区別はつけにくく、湯沢市街地付近の試錐において、数m厚さの扇状地砂礫層の下位にある礫層は岩崎礫岩とみなされ、その深度は地表から76mで、それ以深は紫褐色の集塊岩または集塊岩質凝灰岩層が賦存する。

Section I-I' (第15図)

この断面は雄物川の神宮寺狭窄部に当り、雄物川の南岸は神宮寺嶽の堅硬な安山岩があるので、流路はもつぱら北方の地層を削割して流れ、右岸地区には雄物川が曲流した旧河跡および段丘を多数残しており、現在は河道がもつとも南方に寄つた段階である。この狭窄部の地表から第三紀層までの深度は、大曲市および



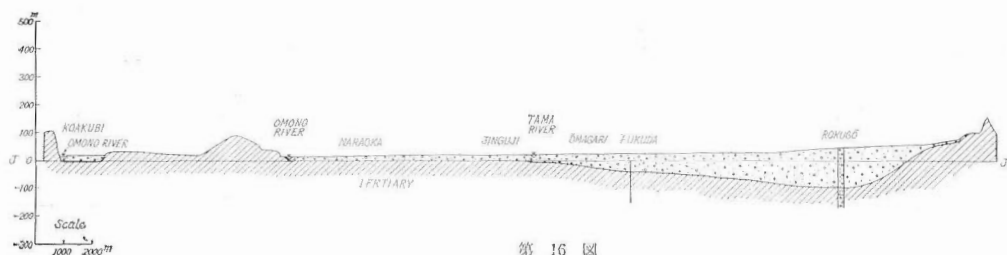
第 15 図

西仙北町強首における試錐ならびに神宮寺および北樽岡において行なつた電気探査の結果を総合すれば、第三紀層が地表からもつとも深い個所は現在の雄物川の河道よりやや北方寄り、地表からの深さは約26mとなり、北樽岡および強首においてはそれぞれ地表から20m以内で、第四紀層の基底は、海水準とほぼ同じ高さである。この断面の奥羽本線から北方においては、第三紀層は地表から数mのところ接近し、山寄りにおいてはまたふたたび深くなり旧雄

物川の河道と推定される凹所が認められる。

Section J-J' (第16図)

この断面は西仙北郡強首、神宮寺狭窄部、福田および六郷構造試錐地点を結んだもので、地表から第三紀層までの深さは、強首において20m、神宮寺では20~26mであるが、盆地部に入り急に深くなり福田におい

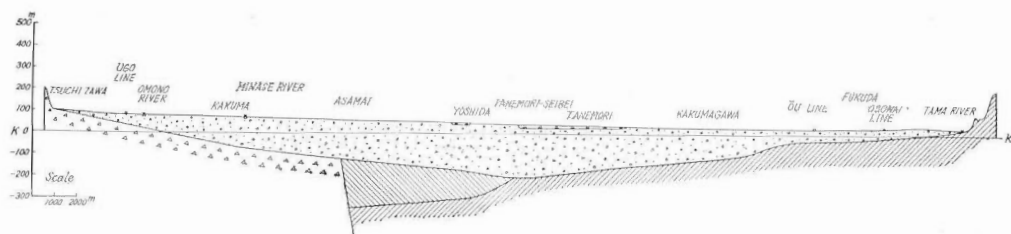


第 16 図

て62m、六郷では139mまでが第四紀層である。六郷構造試錐の電気検層による層比抵抗は、地表から70mまでの礫混り粗粒砂では40~100Ω-m、70mから139mまでのシルトおよび礫混り粗粒砂では20~50Ω-m、139m以深の第三紀層の緑灰色凝灰岩においては10~20Ω-mになる。

Section K-K' (第17図)

この断面は横手盆地を南北に切つた断面で、盆地の中央付近で第四紀層の深さはもつとも深く、大雄村田根森において秋田県が施行した試錐においては、地表から242mまでは第四紀層で、そのうち地表から36mまでは砂礫層、36mから190mまでは安山岩の礫および灰色粘土などを挟む砂礫または細礫混りの粗粒砂からなり、190mから242mまでは砂質泥岩などを挟んだ砂礫層である。242m以深は流紋岩質または浮石質凝灰岩である。田根森試錐地点から約3km南方の大雄村吉田における秋田県が施行した試錐では、地表から219mまでは第四紀層である。この地点においては、地表から55mまでは礫混りの粗粒砂で粘土の挟みを挟有する。55mから95mまでは礫と粘土の互層および粗粒砂との互層からなり、この下底には炭質物を挟有す



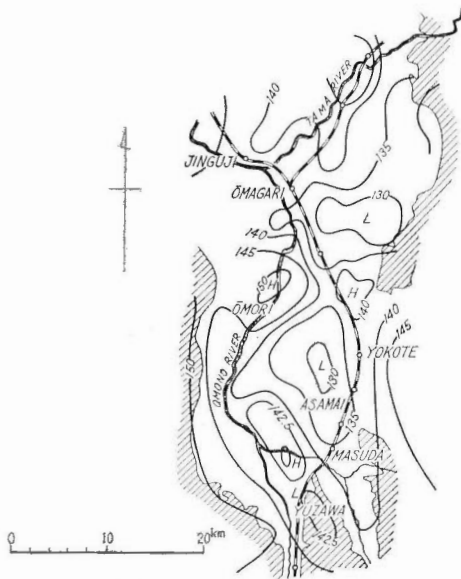
第 17 図

る。95mから140mまでは礫と砂質粘土層が約50%ずつの地層で、これ以深219mまでは粗粒砂および礫混りの粘土で、これらの地層の電気検層による層比抵抗は、粘土を挟んだ部分は20Ω-m、砂礫層の部分は、

80~120Ω-m、下部の凝灰質粘土が多い部分は10~30Ω-mである。深度219m以深の地層の層比抵抗は10Ω-m以下で、地層は凝灰質泥岩が337mまで続き、伊岡層(船川層)に対比される。337m以深の地層は硬質の凝灰質泥岩・浮石質凝灰岩、時には細礫混り砂層を挟有し、二井山層(女川層)に相当する地層である。

2) 盆地平野部における第四紀層の形態

横手盆地を含めた東北地方第三系の基盤を構成する岩石は、古生層および深成岩類であるが、古生層は本盆地周辺にはその分布はなく、盆地を構成する基盤岩類としては、新第三系の最下部層を構成する緑色凝灰岩類およびそれに伴う安山岩等の火山岩類とその碎屑岩類および深成岩類がこれに当るもので、それらの岩類の分布と、盆地の基盤構造に関係のある重力分布を示す等重力線図は第18図で、重力分布上においては、盆地平野部は、横手市金沢と大曲市角間川の南方を結ぶ高重力分布地帯によつて二分され、重力分布の上では盆地は南北の2地域に分けられる。北部の低重力地帯は六郷町北方にあるもので、金沢付近の高重力地帯の重力値に較べて約10mgal以上小さくなっている。横手市金沢の高重力地帯の南方の低重力地帯は、横手盆地の中央部の大雄村田根森付近から平鹿町をへて十文字町に及ぶもので、その中心部は田根森および平鹿町吉田付近で、その重力値は高重力地帯に較べて10mgal以上小さくなっている。このような



LEGEND
 ○ ISO-GRAVITY LINE mgal
 ■ BASEMENT ROCKS (PRE-ONNAGAWA FORMATIONS)
 COMPILED FROM MAZUDA, T.

第18図 横手盆地の基盤岩と重力分布図
 Map showing distribution of Bouguer anomaly and basement rocks in the Yokote basin, Akita prefecture

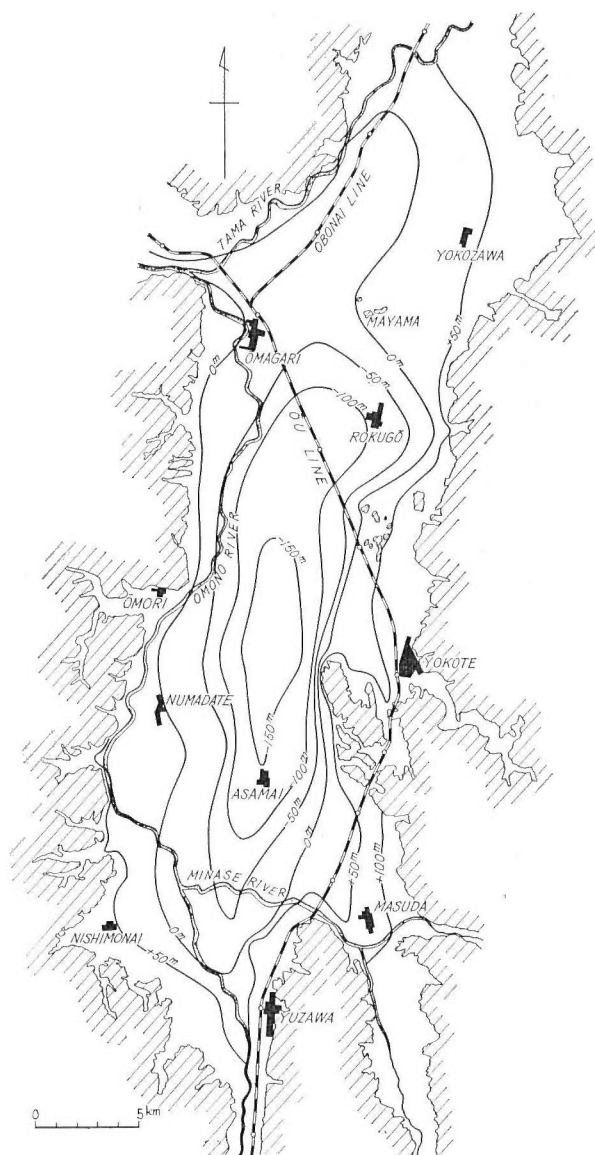
重力分布は盆地の基盤構造とともに第四紀層基底の形状にも関連があるものとみなされる。

盆地平野部における第四紀層の形態をあらわす基底等高線図は第19図で、0m(海水準)の線は神宮寺狭窄部から盆地西側山地の山際を通り湯沢市貝沢に及び、盆地の東側においては貝沢から横手市猪岡および六郷町東方を通る。この付近では盆地全体からみると、かなり東に寄つていて、その中間には金沢西根付近の基盤の高まりがあつて、これによつて第四紀層の堆積盆地は大きくみれば2つの盆地に分けられている。-50mの線は盆地西部においては大曲市福田の南西方、大雄村阿気および湯沢市角間を結ぶ線で盆地東部においては角間と横手市飯詰を通り、飯詰からは六郷町の東側を通りここに一つの第四紀層の地盆を形成している。この地盆を大曲市下深井の名称をとり下深井地盆と名付け、また横手市金沢西根南方の地盆を大雄村田根森の名称をとり田根森地盆と名付ける。-100mの線は北方の下深井地盆を囲み、南方のびて田根森地盆を囲み十文字町植田付近に至つている。下深井地盆は第四紀層の基底は最深所においても-100m前後で田根森地盆に較べて浅い。-150mの線は田根森地盆を囲み、横手市落合から平鹿町浅舞に至つている。田根森地盆の中心に当る田根森において秋田県が施行した試錐地点の地盤高は、約600m離れた三角点の標高41.7mから推して41mないし43mとみなされ、この試錐における地表から第四紀層基底までの深度は242mであるから、第四紀層の基底の最深所は海水準下200m±1mである。

III. 2. 3 地質構造および構造発達史

(1) 地質構造

本地域の地質構造を巨視的にみれば、東北日本全般に共通な南北性および北西-南東性の構造に支配されており、横手盆地もまた奥羽脊梁山脈の西側に並行して存在する内陸盆地の一つである。盆地西縁部の大曲



第 15 図 横手盆地の基底等深線図
 Isobath map of the Yokote basin, Akita prefecture
 (base of Quaternary deposits)

市付近では、二井山層（女川層）と伊岡層（船川層）およびそれらの上位に整合に重なる禰沢層は、北東走向、北西傾斜の単斜構造をなし、神宮寺狭窄部の北側においては、大曲西根を向斜軸として伊岡層（船川層）が向斜構造をもち露出する。盆地西縁部の大曲市南方の雄物川町付近においては、二井山層（女川層）の上位に整合に伊岡層（船川層）があり、走向は北部では北東、南部では北西で、東に傾斜する。この二井山層（女川層）は雄物川町坂ノ下において下位の須郷田層とは断層および漸移関係で接している。

盆地東縁部においては、北部の斎藤川左岸の小屋森から太田村真木をへて千畑村善知鳥を通る断層によつて二井山層（女川層）は下位の地層と接している。

横手市南東方の猪岡丘陵では北西—南東の背斜構造があり、背斜軸部には二井山層（女川層）が分布し、その上位には整合に伊岡層（船川層）がくる。雄物川と皆瀬川に挟まれた湯沢山地では、湯沢市付近には須郷田層が分布し、二井山層（女川層）は湯沢市成沢を通る断層によつて下位層と接している。

(2) 構造発達史

横手盆地はいわゆる羽越地向斜地帯に属する一小地域であつて、その構造発達は地向斜の発展過程のなかの一部分を示すものである。

本地域に発達する地層の時階区分をⅠ～Ⅶ時階に分けて、その構造発達について略述する。

Ⅰ時階は先須郷田層の堆積時階であつて、火成活動が盛んに行なわれた初期においては、その堆積物は熔結凝灰岩を同時に堆積して、主として陸上において堆積が行なわれたものとみなされる。この時階の末期に海侵が行なわれ、一部には海成層がみられる。

Ⅱ時階に至り、この地域は徐々に沈降をはじめたもので、須郷田層の堆積相によつても明らかなように、浅海の堆積相を示す偽層の発達した砂礫層が下部に発達し、上部になるに従つて次第に細粒の堆積物となつており、海侵の進行は、初期から中期へと移り変わる時階である。

Ⅲ時階からⅣ時階にかけては、本地域の沈降が最もはなはだしかつた時階で、いわゆる羽越地向斜の中心部は横手盆地から出羽丘陵へかけての地域で、Ⅲ時階の堆積物である二井山層（女川層）は岩相の変化が少なく、その層厚も1,000mをこえ、本地域における地層では最大の沈積量を示している。

Ⅳ時階には、羽越地向斜の中心は出羽丘陵の西側に移り、これに伴つて本地域における堆積環境が変わり、堆積物の供給源についても変化があつたものとみなされ、本地域の伊岡層（船川層）は秋田油田西部の船川層に比較すれば暗褐色のやや砂質を帯びた岩相を呈し、また盆地東方の奥羽脊梁山地は漸次隆起を伴い陸地化形成を始めた時階である。

Ⅴ時階は、この地域とその周辺が全面的に隆起をはじめた時階で、盆地西縁の出羽丘陵地帯も隆起し、盆地と外洋との連絡は、わずかに現在の和田盆地の付近を通じて行なわれたにすぎず、樺沢層の堆積は大曲市西部の一部のみに限られている。Ⅴ時階の後に本地域は陸化し、浸食の行なわれた時期があつた。

Ⅵ時階に、横手盆地南方の新庄盆地においては、この時階においてもなお沈降を続けて厚い陸成層を堆積しているが、本地域においては、このように厚い陸成層はみられず、わずかに千屋層がこれに相当する地層とみなされる。千屋層は二井山層（女川層）を不整合に被覆し、薄い亜炭層を挟有する内陸小盆地の堆積層とみなされる。

Ⅶ時階は第四紀層の堆積時階に当り、本地域の骨格は第三紀末の造構造運動によつて形成されたが、第四紀における運動、特に盆地平野部に発達する厚い第四紀層を堆積させた運動は第四紀の沈降運動である。

横手盆地平野部の第四紀層に覆われた盆底の第三紀層の上面が、Ⅶ時階以前において海水準以上にあつたことは、基底の第三紀層が伊岡層（船川層）またはそれより下位の地層であることにより明らかであつて、盆底には樺沢層または千屋層相当層の地層も認められていないし、また第四紀層の最も厚いところでは240m余に及ぶ砂および砂礫を主とした地層を堆積しているが、このなかには粘土層を挟有するほかは、亜炭・泥炭または草炭などの層は見出されず、泥炭層は地表近くの数mないし10数mのところ賦存するに過ぎず、盆地平野部の堆積は、断層によつて生じた湖沼または湿原的環境にあつたのではなく、むしろ比較的急速に沈降しつつ堆積を行なつた陥没型沈降盆地として形成され、その沈降の中心は田根森付近で、また別に六郷町西方の下深井付近にもこれより規模の小さい中心があつたものである。

Ⅳ. 横手盆地における地下水の分布

横手盆地に分布する地下水には、盆地平野部の第四紀層に賦存する地下水と第三紀層に胚胎する地下水とがある。

第四紀層に賦存する地下水は自由面地下水と被圧地下水とに分けられ、さらにこれをその性状によつて流動性地下水と停滞性地下水とに分ける。第三紀層中に賦存する地下水は普通地下水と化石地下水とに分けら

れる。

盆地平野部の第四紀層の浅所に飽和している自由面地下水は、その地域によつて賦存状態を異にしている。流動性自由面地下水は停滞性地下水に較べて流動性のある地下水で、停滞性地下水は流動速度がきわめて遅く、停滞状態にある地下水をいう。流動性地下水の分布は、盆地の北東部の扇状地帯においては、白岩・五百刈田および斉内の各扇状地における扇端の湧水地帯を含めた地帯、川口および千屋扇状地においては、仙北村弥兵衛谷地と真山残丘を結ぶ線の東側地区、六郷および金沢扇状地においては、扇端湧水の西方約1 kmの六郷町石名館付近とその南方の飯詰山を結ぶ線の東側の地区に分布する。横手市においては、市内を流れる旭川の左岸地区および市街地南西に当る猪岡・柳田丘陵との中間の伏山付近を中心として三本柳付近までがその分布区域である。猪岡丘陵の南方には旧皆瀬川と旧成瀬川のつくつた透水帯に属する流動性地下水の分布区域がある。この区域は成瀬透水帯においては成瀬川が山地をでた直後の増田町樋場から北西方の十文字町・平鹿町上吉田をへて猪岡に至るものである。皆瀬透水帯に属する地域は、皆瀬川と成瀬川の合流点から、皆瀬川と雄物川の合流点までの間の皆瀬川右岸地区で、十文字町上鍋倉、平鹿町浅舞および植田地区で、その北西の境界は樽見内と十文字町睦合を結ぶ線の東側の地区である。雄物川左岸地区の西馬音内扇状地においては、扇状地を構成する物質は泥質のものが多くしたが透水性に乏しく、流動性地下水の分布は、北部の羽後町島田新田付近および元西馬音内付近の扇状地北部地区に限られている。また盆地の北西部において、雄物川が玉川を合流して盆地から流出する付近においては、それらの河川の旧河道には流動性地下水が分布する。

停滞性地下水の分布は平野部の西半部を占める地域で、その北限は玉川の左岸の中仙町黒鏡付近からその南方大曲市にかけての地区で、標高40m以下の地域がその大部分を占め、上黒土、真山残丘および飯詰山を連ねた線の西側に分布する。横手市西方においては、猪岡丘陵の北西方は停滞性地下水が広く分布する地域で、この付近から南方の盆地床部は田根森・桜森および谷地新田付近は泥炭層が分布する区域になり、皆瀬および成瀬透水帯から急速に停滞性地下水へと移り変わる。

被圧地下水は、自由面地下水の帯水層の下位に地下水を遮断する粘土層などの難透水性の地層に間に挟み自由面地下水とは隔離された状態にあつて、地層の粒子間に地下水が飽和して、ある圧力面を有しているもので、地表の標高と圧力面の動水勾配によつて、自噴する被圧地下水と自噴するに至らないものがある。被圧地下水における停滞性地下水は、停滞水塊として貯溜され流動性はなほだしく少ない地下水で、地下水に含まれる溶存成分の含有量は停滞水塊として残存する間に次第に増加してくるもので、その分布区域は停滞性自由面地下水の分布区域とほぼ同じである。停滞性被圧地下水で自噴圧を有するものは、盆地北部の仙北村中村および六郷町本館付近、盆地南部においては泥炭の分布区域においても大雄村四ツ屋および中野付近に深度20mの自噴井があり、またこれらの地区には自噴しない被圧停滞性地下水が賦存する。雄物川沿岸地帯は現河床部に近い低位段丘を除いては停滞性地下水が分布する。

第三紀層に胚胎する地下水は、地下水の流動が活発に行なわれている場合には地層中に滞溜していた海水はすべて通常の地下水と置換されてしまうので、付近の第四紀層の地下水とあまり変わらない性状をあらわすものであるが、第四紀層に停滞性地下水の賦存する地域では、その下位にある第三紀層の地下水も停滞性であるために過去の海水が閉じ込められたままのために化石塩水の性質をあらわしている。

第三紀層のなかの普通の地下水は盆地周辺付近の第三紀層に分布し、横手市においては二井山層（女川層）に掘きくしてストレーナーを切り取水しているものは、化石塩水は存在せず、溶存成分として HCO_3^- が多い程度で、 Cl^- の量は第四紀層の地下水と変わらない。化石塩水は盆底の、第四紀層の下位にある第三紀層中に賦存する。

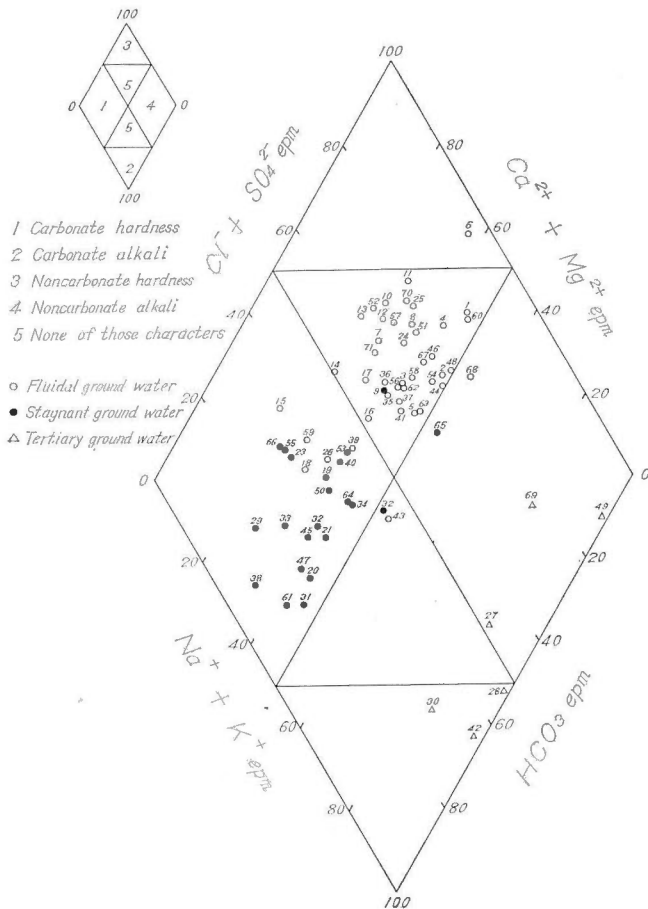
V. 横手盆地における地下水の化学的性質

V. 1 水質の概要

横手盆地内の代表的河川である雄物川・皆瀬川および玉川の表流水の水質は、 Fe^{2+} が概して多いことと、玉川の水質が、 HCO_3^- が極端に少ないことを除いては普通の河川の水質との差はあまり認められない。玉川は以前は酸性河川として pH が著しく低かつたが、現在は中性である。しかし pH の低かつた永い期間に

第3表 各種の水の化学成分の平均値
Average chemical property of waters

Kind of waters		Samples	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	SiO ₂
River water		5	6.8	10.2	12.0	12	6.9	5.8	1.4	0.09	14.4
Under-flow		3	5.8	24.3	15.9	19	8.9	9.6	3.0	0.09	20.7
Fludal ground water	Shiraiwa type	10	5.6	24.6	12.0	16	6.9	9.6	3.1	0.13	16.7
	Rokugo type	7	6.3	38.0	11.4	13	8.7	11.0	3.1	0.08	19.1
	Minase・Naruse type	12	6.0	32.9	19.9	21	12.1	11.9	3.3	0.25	20.4
	Masuda type	4	6.4	63.3	17.2	14.5	11.9	14.8	5.2	0.14	31.1
Stagnant ground water		14	6.8	68.0	12.6	6	10.0	10.2	3.9	4.88	33.1
Tertiary ground water		3	7.4	136.7	48.8	47	82.9	9.2	2.1	0.24	28.6



第20図 横手盆地の水質組成を示す Key diagram
Chemical character of water samples

水質を特徴づけるもので、また Ca²⁺ および Mg²⁺ の溶存量は変化が少なく、また水質を特徴づけるものでないので両者を併せて表示したものである。

河川表流水については、雄物川、皆瀬川および玉川についての水質関連図(第22図)を代表的成分から検

において、玉川の表流の滲透水は沿岸の地下水の水質を悪化し、その影響が若干あらわれている箇所もあり、特に玉川の水を農業用水路によって導水していた場合には、地下水は微弱酸性を示している。

横手盆地の河川水および地下水の水質分析資料採水位置は第5図に、また水質分析表は、第2表に示し、また水質区別による水質組成の平均値を代表資料により表示したものは第3表である。

水質組成をあらわす diagram として Key diagram (第20図) および6成分組成による Newly divided diagram (第21図) を用いた。この diagram を Hexa diagram と仮称する。

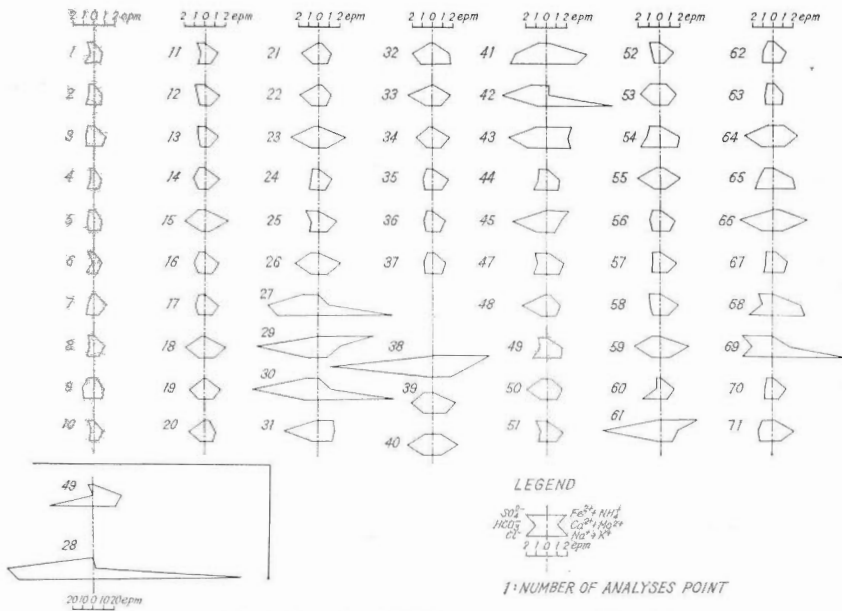
Hexa diagram は右にカチオンとして Fe²⁺+NH₄⁺, Ca²⁺+Mg²⁺, Na⁺+K⁺ の3成分を、左にアニオンとして SO₄²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻ の3成分をそれぞれ代表的成分としてとり、それらを epm であらわしたもので、一般的な水質においては、Fe²⁺+NH₄⁺ の変化はあまり重要視されていないが、この地域の停滞性地下水域においては、これらの溶存成分が水

討すれば、雄物川と皆瀬川と合流後の雄物川橋地点の水質は、皆瀬川の合流によつて HCO_3^- の増加した合成水質となり、さらに大曲において HCO_3^- の低い玉川が合流するため、岳見橋における水質はふたたび HCO_3^- の減少をみている。またこれら河川の伏流水の水質は、表流水に較べて pH が低くなり、 HCO_3^- 、 Ca^{2+} および Mg^{2+} が増加し、 Fe^{2+} が減少する。

地下水の水質は水理地質的区分に従つて分類すると次のようになる。

- 1) 流動性地下水
- 2) 停滞性地下水
- 3) 第三紀層地下水

流動性地下水は Key diagram (第20図) において area 5 (None of the preceding characteristics exceeds 50 percent) に属し、停滞性地下水は area 1 (Carbonate hardness exceeds 50 percent) に属し、



第 21 図 横手盆地における採水質料の Hexa diagram 水質組成図
Chart showing character of the sampled water (river and ground water) in the Yokote basin, Akita prefecture

第三紀層地下水は area 2 (Carbonate alkali exceeds 50 percent) および area 4 (Noncarbonate alkali exceeds 50 percent) に属し、それぞれ水質の違いと特徴をあらわしている。

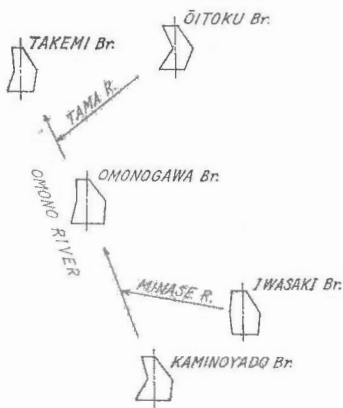
V. 2 流動性地下水の水質

流動性地下水の水質は次の 4 タイプに分けられる。

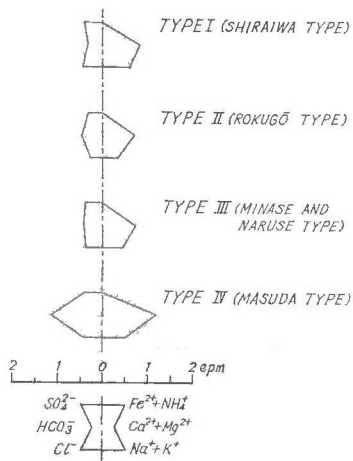
- 1) Type I (白岩型)
- 2) Type II (六郷型)
- 3) Type III (皆瀬・成瀬型)
- 4) Type IV (増田型)

各タイプの水質の特徴をあらわすために、溶存成分のうちの主成分の組成関係をそれぞれ Newly divided diagram であらわした(第23図)。

Type I (白岩型 Shiraiwa type) この型はさらに扇状地型と河岸型に分かれるが、diagram においてはこれを 1 type にした。こ



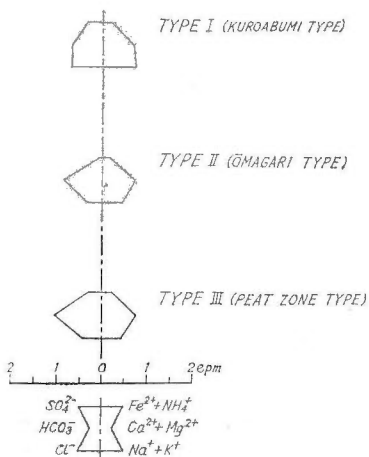
第22図 表流水の水質組成変化図
Change in the chemical properties of river water



第23図 流動性地下水の化学的性質
Chemical character of the fluidal ground water

なく、 $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ および $Na^{+}+K^{+}$ がやや多い。雄物川上流「上の宿橋」地点の表流と、皆瀬川「岩崎橋」地点の表流の水質を比較すれば、雄物川の表流は HCO_3^- が他のアニオンに較べて著しく少ないが、皆瀬川においてはアニオンの量はほぼ等しく、わずかに HCO_3^- が他に較べて多く、この特徴はそのまま Type III にあらわれており、皆瀬川表流と皆瀬・成瀬型地下水と比較すれば、地下水はアニオンは同じ比率をもつて溶存分量を増加し、カチオンは $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ の増加率が大きくなっていて、これらの溶存量の増加は地下水の流動によつて増加するもので、皆瀬・成瀬透水帯が表流水の滲透による供給を受けていることは明らかである。

Type IV (増田型 Masuda type) この型の地下水はタイプを増田町No.59 にとつたもので、やや深い地層を帯水層とする被圧地下水で、深度は 15m 以深のものがこの型に属する。水質の特徴は、 HCO_3^- および $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ が著しく増加することで、他の成分についてはアニオン、カチオンともに他の型の水質とあまり変化がなく、また Fe^{2+} もほとんど無い。この型の水質の分布地域は増田町周辺、大曲市北部などで、I 型、II 型およびIII 型を示す地下水が深度および地層の性状によつて増田型水質をあらわすものである。



第24図 停滞性地下水の化学的性質
Chemical character of the stagnant ground water

の型に属する水質は Fe^{2+} がほとんどなく、 $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ および $Na^{+}+K^{+}$ は若干あるが HCO_3^- が少ない型で、盆地北東部の山地の地下水の水質および河川沿岸においては玉川などの表流の滲透による影響を表現している。この型に属する地下水の分布区域は白岩扇状地から南方の芥内扇状地地区の、太田村小曾野付近にまで及ぶものである。

Type II (六郷型 Rokugo type) この型は $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ および HCO_3^- によつて特徴づけられる水質である。すなわち Fe^{2+} がほとんどなく、 $Na^{+}+K^{+}$ および Cl^- がやや少ないのに反して $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ および HCO_3^- がやや多くなる型で、その分布区域は、白岩型の分布区域に南接し、千屋・六郷の各扇状地から金沢扇状地地域に及ぶものである。

Type III (皆瀬・成瀬型 Minase・Naruse type) この型の地下水は、旧皆瀬川および旧成瀬川の扇状地に分布するもので、皆瀬および成瀬透水帯の地下水がこの型に属している。一般に Fe^{2+} が少なく、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- および Cl^- がほとんど同量で特に目立つ成分が

V. 3 停滞性地下水の水質

停滞性地下水の水質は Key diagram (第20図) においては area 1 (Carbonate hardness exceeds 50 percent) の区分に属し、水質は $Ca(HCO_3)_2$ 、 $Mg(HCO_3)_2$ の形をとり、また Fe^{2+} の溶存量が流動性地下水に較べて著しく多くなる。

停滞性地下水は次の 3 タイプに分けられ、Hexa diagram にあらわしたものは第 24 図である。

- 1) Type I (黒鏡型)
- 2) Type II (大曲型)
- 3) Type III (泥炭地型)

Type I (黒鏡型 Kuroabumi type) この型の地下水はアニオンとして Cl^- 、カチオンとして $Na^{+}+K^{+}$ が多いのが特徴で、また Fe^{2+} は多量である。この型に属する地下水は大曲市の北方黒鏡を中心とする地域に分布する。

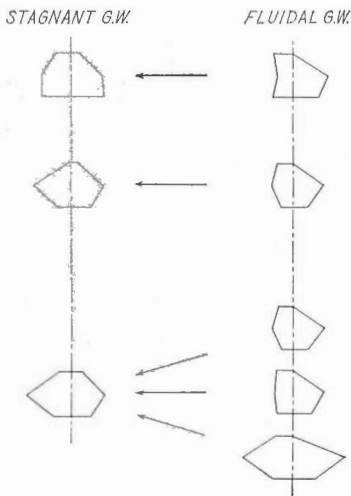
Type II (大曲型 Omagari type) この型の地下水は、大曲市周辺から南方の角間川付近に至る間に分布するもので、その水質の特

徴は Fe^{2+} の多いことと、アニオンにおいて SO_4^{2-} が著しく少ないことおよび HCO_3^- の多いことで、 Cl^- は黒鍔型に較べて減少している。

Type III (泥炭地型 Peat zone type) この型の地下水は角間川付近から南方地区の、泥炭層が発達する区域における水質の型で、全体として溶存量が多く、大曲型に較べてアニオンにおいて SO_4^{2-} および HCO_3^- が増加し、カチオンにおいては Fe^{2+} の著しい増加が目立つものである。

V. 4 流動性地下水と停滞性地下水との水質の関連性

流動性地下水と停滞性地下水との水質の関連を Hexa diagram であらわしたものが第25図である。流動性地下水から停滞性地下水へ移り変る最も顕著な水質の特徴は、アニオンにおいては SO_4^{2-} の減少および HCO_3^- の増加であつて、カチオンにおいては Fe^{2+} の増加が目立つものである。



第25図 流動性地下水と停滞性地下水の化学的性質の変化
Change in the chemical properties of the fluidal ground water and stagnant ground water

停滞性地下水域の地層は一般に有機物が多く、還元性の環境にあり、 SO_4^{2-} は還元されて H_2S になり、 SO_4^{2-} の減少をみるもので、また有機物の分解に伴つて、還元状態と相まつて Fe^{2+} が増加する。また NO_3^- は還元されて NH_4^+ に変化し、カチオンにおける $Fe^{2+} + NH_4^+$ の増加となつてあらわれる。

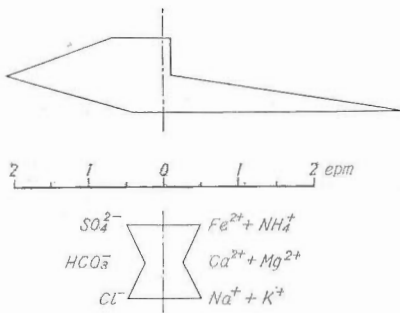
流動性地下水 Type I (白岩型) は停滞性地下水域に入り Type I (黒鍔型) に変化するもので、 HCO_3^- および $Fe^{2+} + NH_4^+$ が増加する。

流動性地下水 Type II (六郷型) は停滞性地下水域に入つて停滞性地下水 Type II (大曲型) に移行するもので、ここでは明らかに SO_4^{2-} の減少および HCO_3^- の増加と、カチオンにおける $Fe^{2+} + NH_4^+$ の増加がある。

停滞性地下水 Type III (泥炭地型) は流動性地下水の Type II ~ Type IV までの型の地下水に対応するもので、 SO_4^{2-} の減少と、特に著しい HCO_3^- の増加とともに、カチオンにおいて $Fe^{2+} + NH_4^+$ の増加がはなはだしい。

V. 5 第三紀層の地下水の水質

本地域においては、第三紀層の分布は盆地周辺の山地および盆地平野部を覆う第四紀層の下位に分布しているため、第三紀層に至るさく井数が少ないために水質分析地点は6点にすぎないが、その水質は第四紀層の地下水とは異なる水質の特徴をもち、これらの水質は2グループに分かれている。



第26図 第三期層地下水の化学的性質
Chemical properties of Tertiary ground water

すなわち Key diagram において area 2 (Carbonate alkali exceeds 50 percent) および area 4 (Noncarbonate alkali exceeds 50 percent) に属しているが、本来の第三紀層地下水の水質をあらわしているのは area 2 に属するもので、area 4 に属するものおよび明らかに火山岩の影響を受けているものとみなされる。大森町 (No. 4) におけるものは、本来の第三紀層の地下水に他の影響が加わつたものと解される。また盆地下の第三紀層地下水はpHが高く、 HCO_3^- 、 Cl^- および Na^+ の含有量は1,000 ppm をこえる特殊な地下水である。この第三紀層を覆う第四紀層は、停滞性地下水域にあるため、その下位にある地層の地下水はそのまま化石塩水として残留したものである。

第三紀層地下水の水質を Hexa diagram であらわしたものは第26図である。

VI. 横手盆地における地下水理

VI. 1 停滞性地下水の状態とその流動を制限する条件

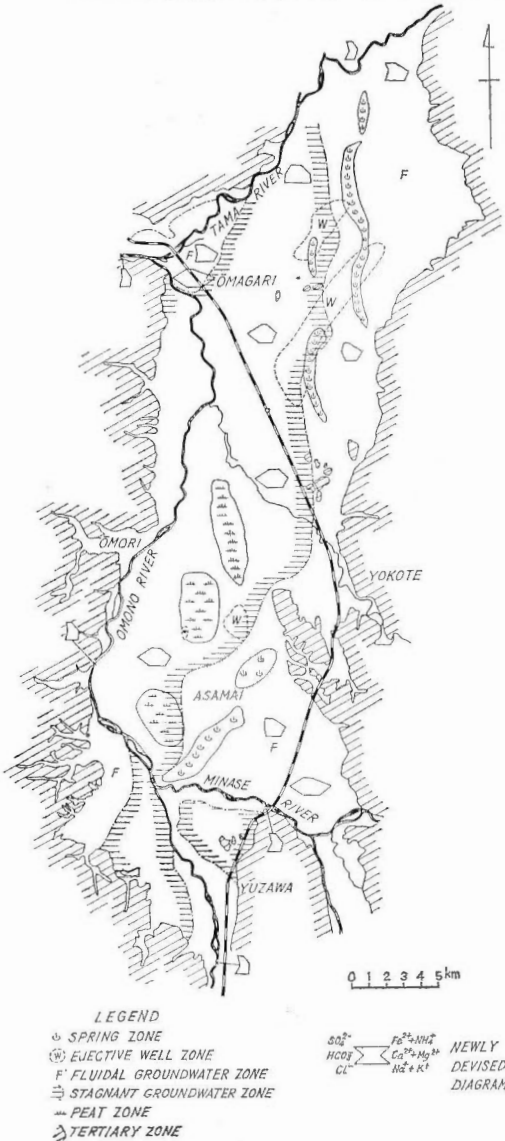
自由面地下水が流動する場合には、その流動は動水勾配によつて支配される。動水勾配は地下水の水位と地表の高低差によるもので、一般に平野部においての地下水の動きは、自由面地下水の場合にはまったくこれらの要素によつて水の流動は支配される。しかし内陸盆地の場合には、これらの要素以外にさらに地下水の流動を制限する要素がある。

すなわち内陸盆地では盆地内の地下水が流動して盆地から流出するための流出口の大きさと、その規模に

よる制約を受けている。横手盆地の地下水の流出口は、神宮寺狭窄部が唯一の流路であつて、この地質は、左岸は堅硬な安山岩からなる神宮寺嶽があり、この安山岩は不透水層に属し、また雄物川の河床下および右岸はともに伊岡層（船川層）からなり、この地層は主として緻密な泥岩および砂質泥岩からなり、難透水層に属している。

また横手盆地は沈降によつて生じた盆地であつて、神宮寺狭窄部は雄物川がその出口を求めて削剝したもので、その間に盆地の堆積物とは直接の連繫はなく、したがつて狭窄部において地下水の流動が可能な範囲は地表からこれらの難透水性の岩盤に至るまでの第四系の砂礫層を対象とするのみであつて、それらは現雄物川河床部および奥羽本線をはさんだ北側の旧雄物川河床堆積層の2カ所である。

現雄物川が流れている側の第四紀層の発達は、幅約1 km、最大の厚さは約26 m、その断面積は約0.0258 km²である。奥羽本線北側においては、第四紀層の砂礫層の幅は約600 m、最大深度は地表から約22 m、その断面積は約0.0088 km²である。また神宮寺から下流の刈和野をへて強首に至る間の標高は、神宮寺において20.9 mないし23.6 m、刈和野において16.5 mないし15.17 m、強首において17 mないし16 mで、神宮寺と強首間の距離は、15~20 kmあり、その比高差は最大7.6 m、最小3.9 mであるから、地表の勾配は $\frac{1}{2000} \sim \frac{1}{5000}$ という緩勾配で、また第四紀層の下底の深度は神宮寺において海水準下約5 m、強首において約4~6 mと算定され、ほとんどその深度は変わらず、また強首から下流の雄和村榛川に至る間の雄物川狭窄部では、西仙北町杉山田にはじまり、雄物川は第三紀層を侵食しながら流下しているのので、第四紀層は、これらの狭窄部においてはしばしば地下水面の連続をたたれ、地下水の流動も連続してはほとんど行なわれない状態にある。これらのことは、神宮寺狭窄部の第四紀層の最も深いところの、海水準下6 mよりも高い位置にある地下水についてであつて、海水準下6



第27図 横手盆地の水理地質図
Hydrogeologic map of the Yokote basin,
Akita prefecture

m以深の第四紀層砂礫中に飽和している地下水はまったく流動しえない状態にあり、さらにその下位の第三紀層中の地下水は流動することなく、堆積時における海水が残留して化石塩水として存在している。

このような停滞状態の地下水が賦存する地域は、ほぼ第四紀層基底等高線の0 m線の内側の地帯がこれに属している。しかしこれらの地帯内においても、たとえば六郷扇状地におけるように、地下水供給量が豊富で、動水勾配も大きく、かつ地層を構成する土粒子の配列が地下水を流動させるに十分な条件を具えている場合には、この地帯内においても流動性地下水は賦存する。

横手盆地における水理地質図(第27図)に流動性地下水と停滞性地下水の分布を示したが、停滞性自由面地下水は盆地の西半分の地域を占めて地表近くに賦存し、被圧地下水における最も浅いところの帯水層の自噴井の深度は8.5mであるところから、自由面地下水の賦存深度は、地表下7~8mが限度とみなされる。

停滞性自由面地下水の水温は外界の気温の変化によつて変化するので一定ではないが、夏期においては13~16°C、冬期においては5°Cに前後低下する。水比抵抗値は6,000~10,000 Ω-cmを示し、都市汚染によつて3,000 Ω-cm前後の低い値を示す場合もあり、また天水が貯溜されるような状況のところでは高い値を示している。

盆地南部の泥炭層が分布する地域においては、自由面地下水の水比抵抗値は一般に低く4,000~7,000 Ω-cmである。

停滞性被圧地下水は、その圧力勾配が地表の標高よりも高いときには、さく井を行なつた場合に自噴する。この自噴現象と地下水の停滞性とは矛盾するように見受けられるが、この停滞水域における被圧地下水が人工的に多量に揚水された場合には動水勾配に従つて地下水の流動を促進して、新しい地下水の供給を受けて流動性地下水ともなり得るものであるが、現状においてはいまだこれらの地下水は停滞性地下水塊として存在しているものである。

被圧地下水の帯水層の深度を比較すれば、自噴地帯では地表から20m以内のものが多く、仙北村中村においては深度14m、六郷町本館においては深度15m、水温はともに13度前後、水比抵抗値は8,600~9,300 Ω-cmを示し、この地域から西方においては深度30~40mで自噴する地帯である。この水温は14~15°C、水比抵抗値は6,000~9,500 Ω-cmである。

大曲市街地における深度282mの揚水井の地質は地表から約30mまでは第四紀層で、以下の地層は、第三紀の黒色泥岩を主体としこの間に薄い凝灰岩およびベントナイト質凝灰岩の薄層を挟む地層から取水しているが、この第三紀層中の地下水は堆積時の海水がそのまま閉じ込められて、停滞性化石水の性格をもつものであつて、水温15.5°C、水比抵抗180 Ω-cm、アルカリ性で、 HCO_3^- は2548.4ppm、 Cl^- は1304.6ppm、 Na^+ は1,612.5ppmに達し、その他の溶存成分は第四紀層地下水に較べて K^+ および SiO_2 が若干多い程度である。

盆地中央部の大雄村から南方は、地表から20m以内は泥炭層を挟有する地域で、停滞性地下水の分布区域に属するが、この付近の自由面地下水は水位が高く、水温は夏期において11.5~15°C、水比抵抗値は4,500~7,500 Ω-cmである。被圧地下水は深度16.5~18mのものが自噴圧を有することもあり、深度15m以深の被圧地下水は泥炭地型の水質を示し、水温13~15°C、水比抵抗値は7,800~9,500 Ω-cmである。

盆地南方の雄物川と皆瀬川に囲まれた地域および湯沢市西方の雄物川左岸地帯においては、地下水面勾配があるために、その状態は泥炭地帯とは若干異なり、いくらか流動性をもっているが、その流動性は小さく、またその水質からみてこの地域の地下水は、停滞性地下水に属するものである。

VI. 2 流動性地下水の生成とその状態

流動性地下水の生成は、降水が地表から地層を構成する土粒子の間隙を伝つて地下へ滲透して地下水になるものと、すでに地層の粒子間の空隙を満した地下水が側方に流動して行く場合と、河川の表流または河川敷を流れる伏流が側方の地層に透過滲透して地下水を涵養する場合とがある。

横手盆地の地形は盆地の周辺部から神宮寺の雄物川流出口に向かつて全体としてはなだらかな下り勾配をもつて傾斜している。

地下水が流動する場合は、動水勾配によつて支配され、また地下水は地層の土粒子の間隙を通過して流動するために摩擦などの抵抗を受けながら流動することになる。地層中において、このような摩擦などの

抵抗に対抗して水が流動するためには、動水勾配とともに地層を構成する土粒子間の構成がこの流動条件を満足させる状態でなければならない。この条件を満たす地層の構成粒子と動水勾配と流動速度については、基本的には Darcy の公式で示され、流速を V とし、透水係数を k 、地下水面の動水勾配を I とすれば、 $V = kI$ という式が成り立ち、動水勾配が地層を構成する土粒子間を満たす地下水の流動に充分な勾配をもち、地層の堆積物の透水係数がある程度以上のものであれば、地下水は流動して流動性地下水帯を形成する。

盆地の北東部を占める扇状地における地下水の生成は、降水の滲透によるものと、山地の地表水がこれに接する扇状地の地下に滲透するものおよび、表流または河川敷の砂礫層中に伏流として流れていた水が扇状地の砂礫層中へ滲透流動する場合で、扇頂部において河川表流が流れていて、農業用水などを引水した後の表流量も充分あるにもかかわらず下流部においては表流量が著しく少ない場合がこれに当る。また白岩扇状地および五百刈田扇状地においては、扇頂部では表流は流れているが、標高 80m 以下においては表流水はほとんど流れておらず、また斉内、川口および六郷扇状地においても、河川の表流は下流に至つて著しく減少しているため、これらの河川は扇頂部から相当多量の表流水が地下へ伏没滲透して地下水となつていものとみなされる。これら扇頂部付近の地下水の水比抵抗値は概して高く、9,000~12,000 Ω -cm であるが扇端部においては9,000~10,000 Ω -cmに低下する。

白岩扇状地(第28図)および五百刈田扇状地(第29図)は扇面の勾配は南方のそれに較べて急で、したがつて動水勾配も大きく、白岩扇状地の下端は玉川に面して、流動した地下水の末端は玉川に入るが、五百刈田扇状地は湧水帯までの動水勾配は急であるが、それから先の標高 45m 付近からは動水勾配が急に緩となり停滞性地下水域になる。斉内扇状地(第30図)、川口扇状地(第31図)および千屋扇状地では、それぞれ扇端に湧水帯があり、扇状地の地下水位は季節によつて 2m ないし 4m の変動が認められる。六郷扇状地(第32図)の湧水帯は扇状地の扇端から 10m 位高い位置にあり、それに続いて自噴帯が南北に伸びていて、その自噴帯の西部の一部は停滞性地下水域に入つていて、その被圧地下水の上位に賦存している自由面地下水は、動水勾配が大きいため流動性地下水に属している。

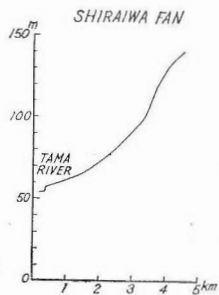
流動性地下水の盆地南部における分布は平鹿町および増田町を中心とする地帯で、成瀬透水帯と皆瀬透水帯に属する地域とがある。

成瀬川が雄勝山地から横手盆地に出る出口の右岸は真人山を構成する堅硬な流紋岩からなり、左岸も同岩からなり、また成瀬川を荻袋から真人へ渡る橋の下流の河床にも同様に流紋岩が露出して、ここまでは表流水は河床下にも伏流していないが、ここから下流においては、河床は頭大の礫を混じた砂礫になり、この砂礫層は旧成瀬川の砂礫層に連なるもので、表流はこの砂礫層中に伏没滲透して旧成瀬川の砂礫層中を伝つて北西方に流動するきわめて透水性のある地層の発達する地帯であつて、成瀬川の旧扇状地(第33図)に当り、これを成瀬透水帯と名付ける。成瀬川の表流の水比抵抗値は、11,000 Ω -cm で、成瀬透水帯の地下水の水比抵抗値は上流側から下流に向つて9,600~8,600 Ω -cm になり、地下水の流路は増田町、十文字町をへて平鹿町中清水に至りここに湧水帯を形成する。この湧水帯は中清水から中吉田をへて登川に至る広範囲のものである。

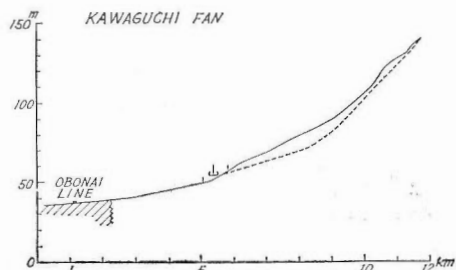
次に川連町から増田町へ通ずる県道が成瀬川を渡る羽場付近から下流の成瀬川右岸および成瀬川と皆瀬川の合流点をへて角間から志摩へ通ずる県道が皆瀬川を渡る付近までの皆瀬川右岸地帯は皆瀬川の旧扇状地(第34図)の発達する旧河道で、透水性のよい砂礫層が発達し、皆瀬川の表流および伏流水は右岸地区に伏没滲透するもので、これを皆瀬透水帯と名付ける。この透水帯における地下水の水比抵抗値は 8,600~8,300 Ω -cm でその値に変化が少なく、また水温は 13~14.5°C である。この透水帯の湧水帯は平鹿町植田を中心にして浅舞の南方鍋倉に向つて北東方に拡がるものである。

雄物川左岸の羽後町西馬音内扇状地(第35図)においては、扇頂部の勾配は急であるが、元西馬音内から下流に至るまでの間の平均勾配は 0.005 で、盆地北東部の扇状地に較べて著しく緩勾配であるため動水勾配も緩く、また扇状地を構成する地層は泥質のものを多く含むために、流動性地下水の賦存は扇頂部から西馬音内川下流左岸の島田新田付近の湧水帯を伴う地帯で、この湧水帯は西馬音内扇状地および地域西方の横根峠に発する沢の扇状地の末端湧水帯である。

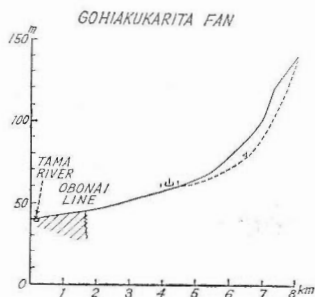
また北方の、雄物川が玉川と合流して神宮寺狭窄部をへて盆地から流出する付近においては、浅層地下水



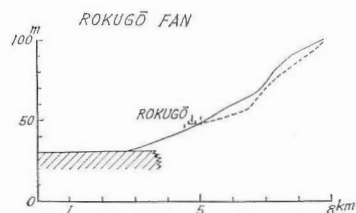
第28図 横手盆地における扇状地の断面図および流動性地下水と停滞性地下水塊との境界
 Chart showing sections of fans, distribution of spring and boundary of fluidal ground water and stagnant ground water mass in the Yokote basin, Akita prefecture



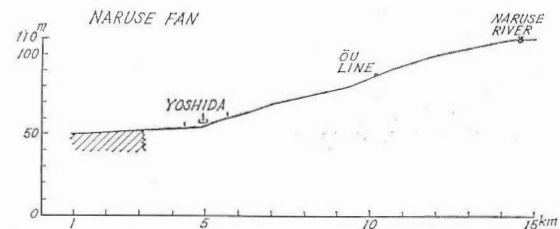
第 31 図



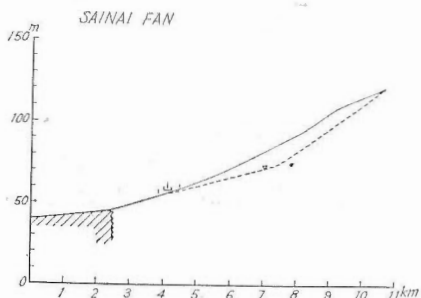
第 29 図



第 32 図

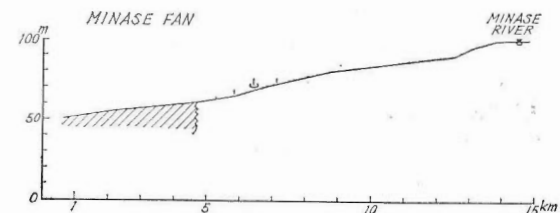


第 33 図

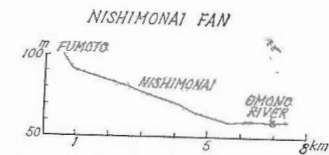


LEGEND
 △ SPRING
 --- FLUIDAL GROUNDWATER MASS
 ▨ STAGNANT GROUNDWATER MASS

第 30 図



第 34 図



第 35 図

は、これらの河川の旧河道において局部的に流動性地下水となつている。

VI. 3 流動性地下水と湧水との関係

湧水は流動性地下水のうちの自由面地下水が地形と地下水の水位との関係によつて地表にあらわれて湧出するもので、これには地形およびその湧出状況によつてそれぞれ名称が与えられているが、この地域の湧水はおおむね扇端湧水に属し、また一部は段丘湧水等に属している。

盆地北端の中仙町豊川の県道西側には、標高 60~57m に至る間に湧水帯がある。この湧水帯は五百刈田扇状地およびその北方の白岩扇状地の扇端湧水で、白岩扇状地自身は中央から右半分を玉川によつて削り取られているが、この扇状地の中心部は真西からやや南方にずれて、左扇の一部は五百刈田扇状地の下に入っており、この豊川湧水帯の北半は白岩扇状地の扇端湧水帯をつくつている。湧水の水温は 14.2~15°C、水比抵抗値は 11,000 Ω -cm 前後の高い値を示し、この湧水帯に湧出する以前の地下水と湧水とその水質を比較すれば、中仙町町田における深度 6m の自由面地下水の溶存成分量と HCO_3^- などに変化はないが、湧水帯においては Fe^{2+} が増加している。

斉内扇状地においては、斉内川は右扇の北方に流れ、湧水帯はその左岸の太田村国見から駒場にかけて、標高 58~54m の扇端に分布する。この扇状地において、地下水位が最も深い地点は標高 85m の小曾野付近で、湧水期においては水位は地表下 10 数 m に達する。地下水面の動水勾配は小曾野付近から比較的緩になり、斉内扇状地（第30図）の地表勾配の変移点の標高 55m 付近を中心にして湧水帯が分布する。斉内扇状地の小曾野とその扇状地の末端に当る国見付近の地下水と湧水帯の南部に当る駒場付近の湧水とを比較すれば、水温および水比抵抗値には大きな変化はなく、また溶存成分にも大きな変化はないが、 Fe^{2+} は上流から下流に地下水が流動するに従つて増加する傾向がある。

川口扇状地と千屋扇状地は複合扇状地をつくり、湧水帯は上下 2 帯に分れている。川口扇状地（第31図）は扇頂部から標高 50m 付近までは地表の平均勾配は約 0.014 であるが、ここを過ぎると約 0.003 の緩勾配になり、上部湧水帯はこの地形の変移点である標高 56~50m 付近の千畑村古屋敷から本堂城回をへて小荒川に至る約 6km の間に分布する。この湧水帯は扇端湧水帯であると同時に段丘下の湧水で、本堂城回および小荒川においては、南北に連なる段丘から約 1~2m 一段下つた位置の砂礫層から湧出するもので、水温は 14~15°C、水比抵抗値は 10,000~11,000 Ω -cm である。この湧水帯の西方に分布する 2 列目の湧水帯は、その南方は真山残丘地帯に妨げられて連続せず、弥兵ヶ谷地付近の小地域にのみ湧出するものであつて、この地帯の南西方には真山とその続きの小残丘があるために、湧水帯付近は周囲よりもやや地形的に低く、流動してきた地下水はここで止まり、低湿地型湧水帯を形成している。

扇状地湧水帯の最南方にあつて孤立した湧水帯は六郷湧水帯で、この湧水帯は扇端泉というよりは、むしろ扇状地末端に近い段丘下の湧水に属するもので、扇端からは 10~15m 高い位置にある。六郷湧水帯は夏期においては水温が低く 11~12°C であるが、夏から秋にかけて次第に水温が上昇し、10 月には 14.2°C に達し、12 月から翌年の 5 月頃まではまた水温は漸減する。

盆地の南部地区の湧水帯は、平鹿町を中心として分布し、成瀬透水帯に属する湧水帯は平鹿町吉田および中清水付近に分布する。旧成瀬川扇状地（第33図）は、成瀬川が山地を出た樋場付近から中吉田までの平均勾配は約 0.0058 で、ここから下流の勾配は 0.0012 と急に小さくなり、この変移点の標高 54~61m 付近において湧水し、旧扇状地の扇端湧水とみなされる。湧水の水温は夏期よりも冬期の方が 1° ないし 2°C 高く、12~14.5°C である。

皆瀬湧水帯は平鹿町浅舞の南部から植田に及ぶもので、旧皆瀬扇状地（第34図）の勾配は成瀬扇状地に較べてさらに小さく、0.0041 で、したがつて地下水の動水勾配は小さいが、地下水の供給源に近いので、水比抵抗値は上流も下流もあまり変化がなく、8,600~9,000 Ω -cm 前後で、水温も成瀬湧水帯とほぼ同じである。

このほか盆地周辺に分布する小規模の扇状地にもなう扇端湧水は、盆地内において何か所か見うけられる。

VI. 4 流動性地下水と被圧地下水との関係

流動性地下水の生成については既に述べたが、ある地層のなかに降水または表流水などが地下水になつて

滲透して行き、その地層が連続して平野部の地下へ賦存するときには、その滲透した地下水は下流に向つてある動水勾配をもつて流動する。その勾配が被圧地下水の圧力面で、この圧力面が地表よりも高い場合には、さく井を行なえば地表より高く地下水が自噴する。この盆地においても、自噴井が掘さくされて、現在の自噴帯の範囲は確かめられている。しかし圧力面は常に一定ではなく、多量に地下水を揚水した場合には圧力面の低下を招き、圧力水頭も減少して、そのために自噴帯の範囲は縮小することもある。また本地域においては停滞性地下水の水域に入ると地下水の水質が悪化するために、地下水は自噴圧を持つているにもかかわらず、さく井が行なわれていないので、自噴帯の範囲は縮小されて表現されている。

盆地北部の自噴帯は、大曲市の東方に真山および長森残丘があるために、それによつて自噴帯は2分されている。北方の自噴帯は中仙町野口から仙北村福田付近に及び、被圧地下水の帯水層の深度として最も浅いものは、野口付近における深度8.5mにある砂礫層を帯水層とする自噴井で、その南方に連なる自噴帯では帯水層の深度は次第に深くなり、9～21mの深さになる。この地下水の水温は、12～13.5°C、水比抵抗値は10,000～11,500Ω-cmで、また一般に被圧地下水には溶存酸素がほとんど無いのが普通であるが、この自噴帯の地下水は溶存酸素を含んでいる。これは深度が浅いために同時に地下水の供給源に近いことをあらわしている。

大曲市東方の真山丘陵の東側に、北東から南西方向に分布する自噴帯は、太田村上立石から千畑村本堂城回をへて六郷町本館に至るもので、その分布状況は千屋扇状地の湧水帯よりも標高の高い65mの付近からはじまり、湧水帯とは平行せず斜行して、南西方の六郷扇状地湧水帯の下部に当る標高40m付近に連続し、その分布方向は、この自噴帯の東方山地の千畑村浪花、千屋および六郷町金沢東根を結ぶ山地の走る方向と一致し、この自噴帯の自噴圧を与えた地下水の滲透は扇状地の湧水帯とは直接に関連はなく、むしろ千屋層の分布する山地からの滲透水の圧力によるものである。この自噴帯の帯水層の深度は現在知られている範囲では10～32mのものであるため、水温には大差なく12～13°Cで特に水質の特徴としても目立つものはない。

盆地南部においては、流動性地下水域における被圧地下水のうち自噴するものは成瀬透水帯および皆瀬透水帯の先端部において、せまい範囲に分布するにすぎず、その帯水層は浅く9～15mである。

流動性地下水において自噴しない被圧地下水は、盆地北部においても、また盆地南部においても、帯水層の深度が15mをこえる場合にはその水質は増田型を示すものである。

VI. 5 流動性地下水と停滞性地下水との境界

地下水の流動は表面地形、地下地形、地層の堆積環境、土粒子の配列状態およびそれらを含めた容水地盤の形態などによつて支配される。表面地形は自由面地下水の地下水面勾配を決定する大きな要素であり、また被圧地下水を流動させる動水勾配にも大きな関連がある。地下地形は特に本盆地においては関係するところが多く、停滞性地下水の成因の一つにも数えられるものである。地層の堆積環境および土粒子の配列状態は、地下水の流動に直接関係あるもので、この盆地の堆積環境からみて、盆地の縁辺部においては概して粗粒の堆積物が多く、それに較べて盆地の中心部は原則的に細粒の堆積物の占める割合が多い。細粒の堆積物は、たとえ間隙率は大きい場合にも透水性においては劣り、地下水の流動はにぶくなる。これに反して粗粒の堆積物は全体の間隙率は小さいが、各粒子間の間隙は大きいので地下水は流動し易く透水性は大きい。このような条件と容水地盤の形態とによつて、この盆地においては、流動性地下水域と停滞性地下水域がそれぞれ分布していることはすでに述べたが、その境界は漸移的なこともあり、また比較的急速に移り変わる場合もある。その境界が漸移するところは、地層を構成する土粒子が粗粒の砂礫または砂から次第に細粒のものに漸移するかあるいは土粒子には大きな変化が無い場合でも地下水面勾配の減少などの要因によつて、停滞性地下水塊の存在のために地下水の流動が妨げられている状態にあるところである。

流動性地下水と停滞性地下水の境界が比較的急速なところは、透水性のよい堆積物から透水性のわるい堆積物への移り変わりが急激であり、また動水勾配の急減によつてその流動が鈍り、他の要因と相まつてそのような境界をつくるものである。

盆地北部の斉内扇状地下層の延長部に当る中仙町黒鏡においては、動水勾配はこの付近から急に緩になり(第30図)地層は砂礫層から細砂およびシルト質に変化し、ここから停滞性地下水域に入り、水質は白岩型流動性地下水に較べて HCO_3^- および Fe^{2+} の増加が目立ち、黒鏡型の水質を示すようになる。

大曲市の北東部、真山丘陵の北側における流動性地下水と停滞性地下水の境界は、各扇状地の扇頂部から西へ向つて流動してきた地下水は、堆積層および地下水面勾配の変化と停滞性地下水の性状によつて左右されるが、ほぼ黒鏡と真山丘陵を結ぶ線である。

真山丘陵地帯では、千屋扇状地から流動してきた地下水はこの丘陵によつて阻止され、丘陵の西側は停滞性地下水域である。

六郷町においては、六郷扇状地の堆積物の拡がりの先端は標高30m付近までのび、また地下水面勾配も大きいので、浅層の停滞性地下水域との境界は、停滞性被圧地下水の境界よりも西に寄つている。

横手市北西方の飯詰山とその南方の猪岡丘陵の間においては、横手市を流れる旭川扇状地の末端が両地下水の境界に当り、この2丘陵間の第四紀砂礫層の厚さは薄い、両丘陵を結ぶ線から西側は、第四紀層の基底も急に深くなり盆地中央部を占める停滞性地下水域になる。猪岡丘陵の西側は成瀬川の旧河道に当り、この部分では停滞性地下水域は北方に押されている。猪岡丘陵から南西方の両者の境界は平鹿町大道および樽見内を結ぶもので、その境界は第33図で示すように成瀬透水帯の末端を境界とし、樽見内と十文字町陸合間の境界は第34図で示す皆瀬透水帯の末端である。この透水帯の末端から先は泥炭層が厚く発達している、透水帯から急速に停滞性地下水域に変化するものである。

Ⅶ. 要 約

1) 横手盆地は羽越地向斜地帯に属し、先須郷田階の末期において海浸を受けた。この海浸の初期において堆積した須郷田層は、下部は浅海性の砂礫および粗砂などの粗粒の堆積物からなり、上部になるに従つて細粒化する。本層において硬く固結していない部分の地層は容水地盤となりうるもので、地域南部の湯沢付近では、この地層が帯水層になつている。

2) 二井山層(女川層)の堆積した時階は、本地域の沈降が最もはなはだしかつた時階で、本層は岩相の変化が最も少ない地層で、層理の発達した硬質泥岩の厚層が発達し、岩質は堅硬、かつ緻密で一般に保水性に乏しく、容水地盤にはなりにくい地層であるが、向斜構造または緩傾斜の構造を呈するところにおいて、不透水性の硬質泥岩層の上位にやや軟質の砂質泥岩または凝灰質泥岩などの若干保水性のある地層を挟有するときには、上位の地層は帯水層となる。

3) 伊岡層(船川層)の堆積時階は、本地域においては海浸が引続き継続し、暗褐色ないし灰黒色緻密の泥岩層を堆積した。この地層は塊状を呈し、保水性がなく、容水地盤にはなりにくい、幾分砂質または凝灰質泥岩の軟層がある場合には、この層は帯水層となりうる地層である。

4) 樺沢層の堆積時階に至り、横手盆地一帯は地向斜盆地としての性格を失ない、全面的に隆起し、出羽丘陵は陸地化した時階である。横手盆地においては、和田盆地に続いた地域がわずかに海域として残り樺沢層が堆積した。本層は灰色ないし灰青色の凝灰質または砂質泥岩を主とした地層で、岩質的には伊岡層とほぼ同様であるが、砂質および凝灰質の部分がやや多くなり、保水性は若干増加しているが、容水地盤としては伊岡層と大差なく、砂層が特に発達した部分は幾分保水性があるので帯水層になりうる地層である。

5) 樺沢層の堆積後に盆地は陸地化し、侵食をうけ、その後秋田油田における鮎川階に相当する時階に盆地北東部に小凹地ができて、千屋層の堆積が行なわれた。しかしこの凹地は限られた地域に止まり、現在の盆地中央部には及んでいなかった。千屋層は砂礫、粗砂等からなり、帯水層としては適するがその分布は盆地北東部の標高100m以上の小地域に限られている。

6) 現在の横手盆地としての構造の発達は、第四紀において盆地中央部が沈降を開始したもので、その中心部は横手市西方の大雄村田根森付近で、また別に盆地北部の大曲市東方下深井付近にも小さな一つの中心部があつた。そしてその沈降は潮溜を形成し、その堆積環境は亜炭もしくは泥炭を埋積するようなものではなく、砂礫を主とし、時には粘土を堆積しながら徐々に沈降したものである。第四紀堆積層の最も厚い部分は240m以上に達し、その基底は田根森地盆においては、海水準下150~200mに及んでいる。

7) 盆地堆積物堆積後に、その中央部から南部にかけて、最大層厚17mに及ぶ泥炭層の堆積が行なわれた。また皆瀬川および成瀬川は現在の流路をとらずに、増田町付近からそれぞれ流路を北ないし北西にとり、3段階の変遷をへた後現在の流路をとるに至つたもので、その旧流路は皆瀬透水帯および成瀬透水帯を形成

した。

8) 盆地平野部において、自由面地下水は盆地北東部の扇状地および南部の透水帯において湧水帯をつくり、また被圧地下水は盆地の北部および南部において自噴帯を形成する。地下水は流動性地下水、停滞性地下水および第三紀層の地下水に分けられる。

流動性地下水は地層の土粒子間を水が流動する地下水を指し、停滞性地下水は地質水理学的に流動を制限された地下水をいう。

9) 地下水の水質は、水理地質学的区分に対応して分類され、その化学的性質は Key diagram とともに、Newly divided diagram (Hexa diagram) を用いて表現した。この diagram は anion として SO_4^- 、 HCO_3^- および Cl^- 、cation として $\text{Fe}^{2+} + \text{NH}_4^+$ 、 $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ および $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ をそれぞれ epm で表現したもので、流動性地下水は白岩型、六郷型、皆瀬・成瀬型および増田型の type があり、停滞性地下水には黒鏡型、大曲型および泥炭地型の type がある。

Key diagram においては、流動性地下水は area 5 に属し、停滞性地下水は area 1 に属し、第三紀層地下水は area 2 および area 4 に属する。

また第三紀層地下水は、盆地下底に賦存するものには化石塩水を含むことがある。

横手盆地における地下水理および水質の特徴は、本地域地下水の置かれた環境によるもので、それは横手盆地の生成にはじまり現在に至る諸元の集積に他ならない。

文 献

- 秋田県 (1957) : 秋田県地質鉱産図及び同説明書, 20万分の 1
- 藤田至則 (1960) : 東北日本におけるグリーンタフ地向斜の古地理的, 造構史の変遷に関する法則性, 地球科学, p. 50~51
- 藤原建蔵 (1954) : 横手盆地東縁北半部の地形——断層崖下にみられる運動——, 東北地理, vol. 7, no. 2
- 福井英一郎 (1928) : 横手盆地の地形学的並びに気候学的研究, 地理学評論, vol. 4, no. 1
- GARZA, S. & WESSELMAN, J. B. (1962) : Geology and Ground Water Resources of Winkler Country, Texas, U. S. Geol. Survey Water-Supply Paper 1582.
- GRANT, U. S. & SHEPPARD, W. F. (1939) : Some Recent Changes of Elevation in the Los Angeles Basin, Seismol. Soc. America Bull., vol. 29, no. 2.
- 半沢正四郎 (1954) : 東北地方 (日本地方地質誌), 朝倉書店
- HOPPE, W. (1962) : Die Bedeutung der herzynischen Störungs zonen für die Grundwasserflührung des Thüringer Beckens, Geologie D. 174.
- 堀田報誠 (1962) : 東北地方各河川の自由曲流, 東北地理, vol. 14, no. 2
- 藤岡一男 (1958) : 裏日本 Green Tuff 地域の火山岩層序の概要, 鈴木醇教授還暦記念論文集
- 藤岡一男・井上 武 (1959) : 秋田油田東方地域における女川層下位の地方的異常について, 秋田大学地下資源開発研究所報告, no. 20
- 藤岡一男 (1959) : 5 万分の 1 地質図幅「戸賀及び船川」および同説明書, 地質調査所
- 池辺展生 (1957) : 新生代の堆積区分とその変遷, 日本の新生代の積成盆地——特に中新世の積成盆地——, 新生代の研究, no. 24
- 池辺展生 (1958) : 日本の中, 上部第三系の一般的特性, 地質学会第65年学術大会討論会記事, 地質学雑誌, vol. 64, no. 754
- 池辺 稔・沖 亨 (1958) : 秋田山形油田地域日本各地域の中, 上部第三系の特徴と構造運動の性質, 日本地質学会第65年学術大会討論会記事, 地質学雑誌, vol. 64, no. 754
- 池辺 稔 (1962) : 秋田油田地域における含油第三系の構造発達と石油の集積について, 秋田大学鉱山学部地下資源開発研究所報告, no. 26
- 井尻正二 (1941) : 本邦油田の地質構造の研究——横手仙人峠間の第三紀層の層序および地質構

造——, 石油技術協会誌, vol. 9, no. 2

- 井上禮之助 (1905) : 20万分の1地質図幅「新庄」および同説明書, 地質調査所
- 井上 武 (1958) : 秋田油田における新第三紀火成活動, 鈴木醇教授還暦紀念論文集
- 井上 武 (1959) : 秋田油田における女川階の火成活動——その層序と分布——, 秋田大学地下資源開発研究所報告, no. 20
- 入江敏勝 (1963) : 雄物川の化学的研究, 山形大学紀要 (自然科学) vol. 5, no. 4
- 片山 勝 (1941) : 本邦油田の地質構造の研究, 本荘, 横手間の第三紀層, 石油技術協会誌, vol. 9, no. 2
- 加藤磐雄 (1947) : 秋田県横手盆地北東部の地質, PEAC 報告 (手記)
- 加藤磐雄 (1949) : 東北地方油田第三系下部層の堆積学的考察, 岩石鉱物鉱床学会誌 no. 33
- 加藤磐雄・増田淳一 (1948) : 秋田県横手盆地北方東縁部地質報告, PEAC 報告 (手記)
- 加藤磐雄 (1951~52) : 東北地方油田第三系下部層の堆積学的考察, 緑色凝灰岩層を特徴づける火山活動について (横手新庄盆地周縁部地域), 岩石鉱物鉱床学会誌, vol. 35, no. 36
- KATO, I. (1955) : Petrogenetic Consideration of the Green Tuffs found in the Lower Part of the Neogene developed in the Yokote Basin in Akita Prefecture and the Shinjō Basin in Yamagata Prefecture, Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. II, no. 5.
- KEILHACK, K. (1917) : Grundwasser und Quellenkunde, Berlin, Verlag von Gebrüder Borntraeger.
- KING, F. H. (1898) : Principles and Conditions of the Movement of Ground Waters, U.S. Geol. Survey 19th Ann. Rep.
- 木下亀城 (1918) : 北裏日本の河流の型式, 地質学雑誌, vol. 25, no. 302
- 北村 信他 (1957) : グリントフ北部地域の地質, 日本地質学会第64年年会討論会演旨, 地質学雑誌, vol. 63, no. 742
- 北村 信 (1958) : 東北地方における後期中新世より初期鮮新世にかけての造山運動について, 日本地質学会日本新第三系シンポジウム討論会資料
- 北村 信 (1958) : 東北地方の堆積盆地の変遷史, 新生代の研究, no. 26
- 北村 信 (1959) : 東北地方における第三紀造山運動について, ——(奥羽脊梁山脈を中心として)——東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, no. 49
- KITAMURA, N. (1960) : A Cross Section through the Backbone Ranges in Northeast Honshu, Japan, Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd Ser., no. 4.
- 北村 信 (1963) : グリーンタフ地域における第三紀造山運動, 化石, 総合研究“日本新第三系”特別号
- 小西泰次郎 (1965) : 六成分法 (ヘキサダイオグラム) による水質表示について, 日本地質学会72年年会講演演旨, 地質学雑誌, vol. 71, no. 838
- 香沢 新 (1963) : 中新世における“田代不整合”の意義 (その1)——出羽丘陵横手盆地西縁部の地質——, 地質学雑誌, vol. 69, no. 816
- 松田武雄 (1955) : 秋田県横手地区動力探査報告, 地質調査所月報, vol. 6, no. 9
- 三浦宗次郎 (1892) : 20万分の1地質図幅「秋田」および同説明書, 地質調査所
- MEINZER, O.E. (1932) : Outline of Methods for Estimating Ground Water Supplies, U.S. Geol. Survey Water-Supply Paper 494.
- 宮城一男 (1963) : 男鹿半島グリーンタフ層の層序と火成活動 (その5)——とくに火成活動の総括ならびに東北地方グリーンタフ地域における岩石区の問題と関連して——, 地質学雑誌, vol. 69, no. 809
- 村田貞蔵他2名 (1951) : 秋田県雄物川沿岸の河岸段丘 (要録), 東京都立大学理学部研究要録, 第1号
- 村田貞蔵 (1952) : 横手盆地の断層扇状地 (要録), 東京都立大学理学部研究要録, 第2号

- 村山賢一 (1924) : 秋田県神宮寺油田地質・地形図および同説明書, 地質調査所
- 村山賢一 (1934) : 7万5千分の1地質図幅「本荘」, および同説明書, 地質調査所
- 村山賢一 (1937) : 7万5千分の1地質図幅「横手」, および同説明書, 地質調査所
- 農林省仙台農政局 (1963) : 秋田県仙北平野地区地下水調査報告, 地質地下水調査報告集, no. 6,
(タイプ印刷)
- 生田慶司・大沼晃助 (1960) : 東北地方を中心とした“グリーンタフ時代”の火成活動, 地球科学,
no. 50~51
- 大橋良一 (1928) : 男鹿半島の地質, 地質学雑誌, vol. 35, no. 418
- 大橋良一 (1932) : 出羽地方における更新世以後の地形変化について, 地質学雑誌, vol. 39, no. 465
- 大森昌衛 (1954) : 東北日本の第三系の構造の特性, ——とくに石巻一鳥海山構造帯について,
地球科学, no. 18
- 大沢 穠・角 清愛 (1958) : 5万分の1地質図幅「田沢湖」, および同説明書, 地質調査所
- 大沢 穠他2名 (1960) : 20万分の1地質図幅「秋田」, 地質調査所
- 大塚弥之助 (1941) : 本邦油田の地質構造の研究——本荘—黒沢尻間の新第三紀化石動物群, 石油
技術協会誌, vol. 9, no. 2
- 大塚弥之助 (1943) : 秋田県横手地方の新第三紀化石動物群, 地質学雑誌, vol. 50, no. 593
- PALMER, C. (1911) : The Geochemical Interpretation of Water Analysis, U.S. Geol. Survey
Bull. 479.
- PIPER, A.M. and Others (1953) : Chemical Character of Native and Contaminated Ground
Waters in the Long Beech-Santa Ana Area, California, U.S. Geol. Survey
Water-Supply Paper 1136.
- POLAND, J.F. & GARRETT, A.A. (1959) : Geology Hydrology and Chemical Character of
Ground Water in the Torrance-Santa Monica Area, California, U.S. Geol.
Survey Water-Supply Paper 1461.
- QUITZOW, H.W. (1955) : Tektonik und Grund-Wasser stockwerke in Erftbecken, Geologi-
sches Jahrbuch Band 69.
- ROBINOVE, C.J. & LANGFORD, R.H. (1963) : Geology and Ground Water Resources of the
Greybull River Dry Creek Area, Wyoming, U.S. Geol. Survey Water-Sup-
ply Paper 1596.
- 酒井軍次郎 (1960) : 地下水学上の術語とその概念の検討——地下水面の不連続について (III), 弘
前大学教育学部紀要, no. 6
- 佐藤源郎 (1940) : 7万5千分の1地質図幅「角館」, 地質調査所
- SCHWAND, M. (1962) : Exakte Messung der Grundwassererneuerung, Geographical Review of
Japan, vol. 35, no. 6.
- 石油技術協会 (1958) : 東北地方天然ガス開発利用調査報告
- 震災予防調査会 (1897) : 震災予防調査会報告, no. 11
- 震災予防調査会 (1915) : 震災予防調査会報告, no. 82
- SCHNEIDER, P.A., Jr. & HERSHEY, L. A. (1961) : Records and Logs of Selected Wells and
Test Holes, and Chemical Analyses of Ground Water in the Lower Cache la
Poudre River Basin, Colorado : Colorado Water Conserve, Board Basic-Data
Rept., no. 8, Ground Water Ser., 63.
- STIFF, H.A., Jr. (1951) : The Interpretation of Chemical Water Analysis by means of Pat-
terns, Jour. Petroleum Technology.
- 杉崎隆一・柴田 賢 (1961) : 地下水の地球化学的研究第2報——濃尾平野における地下水と地質
構造との関連性, 地質学雑誌, vol. 67, no. 791
- 田口一雄 (1959) : 秋田・山形県境付近出羽丘陵の地質 (出羽地向斜の研究 I), 地質学雑誌, vol. 65,

no. 760

田口一雄 (1960) : 出羽丘陵新第三系下部層について (出羽地向斜の研究II), 地質学雑誌, vol. 66, no. 773

丹桂之助・上田良一 (1952) : 横手盆地の西縁部丘陵地帯と盆地底との層位関係, 演旨, 地質学雑誌, vol. 58, no. 681

TODD, D.K. (1955) : Ground Water Hydrology, John Willey & Sons. Inc. N.Y.

東条平二郎 (1892-93) : 羽後国の泥炭地並びに雄物川河床の土質, 地質学雑誌, vol. 4, no. 48

TOLMAN, C.F. (1937) : Ground Water, McGraw Hill Co. N.Y. & London.

TOMITA, T. (1954) : Surface Geology and Correlation of River Terrace, The Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. VII, no. 3.

辻村太郎 (1932) : 東北日本の断層盆地, 上, 地理学評論, vol. 8, no. 9

辻村太郎 (1932) : 東北日本の断層盆地, 中, 地理学評論, vol. 8, no.10

辻村太郎 (1932) : 東北日本の断層盆地, 下, 地理学評論, vol. 8, no.12

上床国夫 (1941) : 本邦油田の地質構造の研究 (第1報)——本庄・黒沢尻向の第三紀層の層序および地質構造, 石油技術協会誌, vol. 9, no. 2

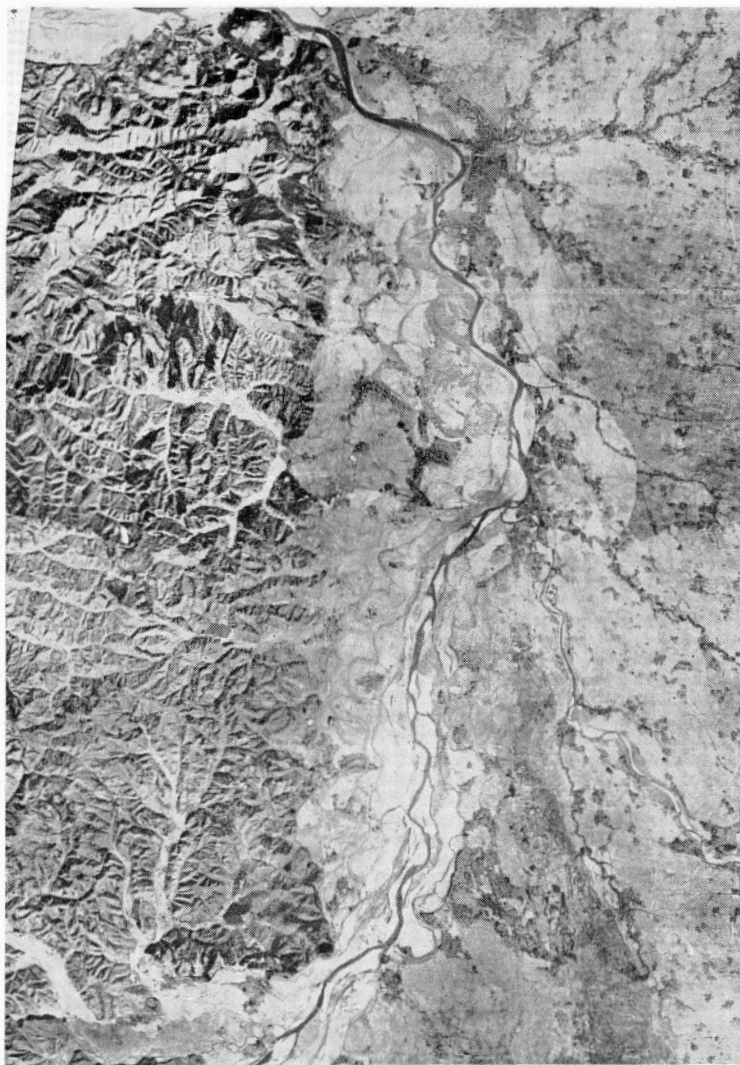
渡部景隆 (1955) : 秋田県湯沢市における井戸水の弗素含有量と地質構造との関係 (予報) 東京教育大学研究報告, no. 4

WENZEL, L.K. (1942) : Methods for Determining Permeability of Water-bearing Materials with Special Reference to Discharging Well Method, U.S. Geol. Survey Water-Supply Paper 887.

WISLER, C.O. & BRATER E.F. (1958) : Hydrology, John Willey & Sons Inc. N.Y. & London.



図版1 横手盆地の概観の空中写真(米軍撮影4万分の1空中写真のモザイク)



図版2 横手盆地北西部・雄物川本流の乱流・大曲市～大森町間の空中写真（モザイク）



図版3 横手盆地北東部六郷扇状地付近・六郷町～横手市間の空中写真（モザイク）

Hydrogeological Study of the Yokote Basin, Akita Prefecture

By

Taijirō Konishi

Abstract

Among the basins arranged in parallel or more or less so with the Backbone Range of North-east Honshu, Japan, the Yokote Basin is well known as to its geology and paleontology. The geology and paleontology of the area bordering the Yokote Basin is also well known because of economic reasons and scientific interest. However, there are but few literatures on the hydrogeology of the plain of the Yokote Basin.

From studies on the hydrogeology of the said Basin, the writer has found that the ground-water hydrology of the plain in the basin is different from that of the coastal plain or river valley, for which reason the characteristic qualities and general conditions as well as the ground-water hydrology of the Basin are described and discussed in detail in this article. The said features seem to form a typical type which characterizes inland basins as will be stated later.

The hydrogeology of the Yokote Basin was studied from different points of view such as the geomorphology, geology, chemical analysis and characters of the ground water and surface water, and, the ground-water hydrology.

The geology of the Yokote Basin in the southeastern part of Akita prefecture and of the area bordering it may be summarized as shown in the following stratigraphic sequence, arranged in the order from the younger to the older:

Quaternary deposits: sand, clay and gravel deposited on terraces of different heights and distributed on the plain of the Yokote Basin.

—————unconformity—————

Senya formation: consisting of coarse-grained sandstone and gravel.

—————unconformity—————

Kabasawa formation: black or brown mudstone, in part sandy or tuffaceous.

—————conformity—————

Ioka formation: black or brown mudstone in part sandy or tuffaceous. (=Funakawa formation)

—————conformity—————

Niiyama formation: so-called hard shale, hard and fine mudstone. (=Onnagawa formation)

—————conformity—————

Sugota formation: medium to coarse-grained sandstone and conglomerate.

—————unconformity—————

Pre-Sugota formation: sedimentary, volcanic and pyroclastic rocks.

The unconsolidated medium to coarse-grained sandstone and conglomerate of the Sugota formation in the Yuzawa district is an aquifer now being utilized. Ground water in the Tertiary formations is found from various horizons, among which that of the Sugota (Miocene) is the oldest.

In the Niiyama formation (=Onnagawa formation), water is but poorly developed, being found in the sandstones and sandy mudstones which are not so consolidated and governed structurally. In the case of synclinal or gently sloped structures, the aquifer is found in moderately consolidated

sandstone or sandy mudstone underlain with hard and impermeable layers.

In the Ioka formation (=Funakawa formation of the standard sequence of Oga peninsula, Akita prefecture) and the Kabasawa formation, which consist of black or brown mudstone, water is found in the sandy or tuffaceous sandy mudstones or muddy sandstones. The aquifer does not develop in other lithological parts of the formations.

In the Senya formation (=Shibikawa formation of the Akita oil-field), which is composed of coarse-grained sands and gravels, water properties are excellent.

The Quaternary deposits, which are distributed extensively in the Yokote Basin, consist of clay, fine to coarse-grained sands, gravels, pebble to cobble-bearing medium to coarse-grained sands, and sometimes intercalated with layers of clay or sandy clay. The water-bearing strata are those superjacent to the clay or sandy clay layers.

The Quaternary deposits have a maximum thickness of 240m, and the level of the base is about 200m below sea level. For this reason particular emphasis was given to the shapes and distributions of the Quaternary deposits.

The ground water of the Yokote Basin can be classified into three types of waters, these are, fluidal ground water, stagnant ground water, and Tertiary ground water. Each of these three types has its own characteristics, in distribution within the Basin. The fluidal ground water is distributed in the eastern half of the Basin, such as in the fan district in the northeastern part, and in the Minase and Naruse water flow zones in the southeastern part of the Basin. The fluidal ground water flows from east to west, being governed by the gradient of the water surface and permeability of the stratum, whereas the stagnant ground-water mass prevents or hinders the movement of the water.

The stagnant ground-water mass is distributed in the western part of the Basin and its movement is governed by the geological and hydrological conditions, whereby the water is stagnant. Therefore the area of stagnant ground-water mass becomes the zone of chemically reducing properties.

The qualities of the three types of ground water are characterized by the key diagram and newly devised diagram named hexa diagram based upon chemical analysis.

The newly devised diagram showing the relations of the principal ions in water has on its left side, SO_4^{2-} , HCO_3^- and Cl^- as anions, and on the right side, $\text{Fe}^{2+} + \text{NH}_4^+$, $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ and $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ as cations. This diagram was devised according to the characteristics of the ground waters in Japan.

The chemical properties of the fluidal ground waters can be classified into four types, namely, Shiraiwa type, Rokugo type, Minase-Naruse type and Masuda type. Each of the types is characterized by the key diagram of the section of area 5, and none of them exceeds 50 percent, and contains a few $\text{Fe}^{2+} + \text{NH}_4^+$ and nearly equal equivalents of the anions.

The stagnant ground waters can be classified into three types, namely, Kuroabumi type, Omagari type and peat zone type. Each of the types is characterized by carbonate hardness exceeded 50 percent by the key diagram, and by an abundant increase of HCO_3^- and $\text{Fe}^{2+} + \text{NH}_4^+$.

The Tertiary ground waters are characterized by a great amount of HCO_3^- and Cl^- , and by such features can be distinguished from the ground waters of the Quaternary deposits.

There are many springs and flowing wells issuing from the Quaternary deposits of the Basin, and they form zones. The zones of springs are developed at the ends of the fans of Sainai, Rokugo and others in the northern part of the Basin and of the Minase and Naruse old fans in the southern part. The zones of flowing wells are found at Yokobori and from Honjoshiromeguri to Rokugo district in parallel with the mountain ranges, and also at Naniwa to Senya in the northern part of the Basin.

It is quite obvious that the ground-water hydrology and its chemical qualities relate to the growth of the Basin. In other words the geological evolution of the Basin is intimately related with the hydrogeology and hydrology as well as the hydrological conditions.

地質調査所報告は1報文について報告1冊を原則とし、その分類の便宜のために、次のようにアルファベットによる略号をつける。

- A. 地質およびその基礎科学に関するもの
 - a. 地質
 - b. 岩石・鉱物
 - c. 古生物
 - d. 火山・温泉
 - e. 地球物理
 - f. 地球化学
- B. 応用地質に関するもの
 - a. 鉱床
 - b. 石炭
 - c. 石油・天然ガス
 - d. 地下水
 - e. 農林地質・土地地質
 - f. 物理探鉱・化学探鉱および試錐
- C. その他
- D. 事業報告

As a general rule, each issue of the Report, Geological Survey of Japan will have one number, and for convenience's sake, the following classification according to the field of interest will be indicated on each Report.

- A. Geological & allied sciences
 - a. Geology
 - b. Petrology and Mineralogy
 - c. Paleontology
 - d. Volcanology and Hot spring
 - e. Geophysics
 - f. Geochemistry
- B. Applied geology
 - a. Ore deposits
 - b. Coal
 - c. Petroleum and Natural gas
 - d. Underground water
 - e. Agricultural geology and Engineering geology
 - f. Physical prospecting, Chemical prospecting & Boring
- C. Miscellaneous
- D. Annual Report of Progress

地質調査所報告

第 211 号

長浜春夫：斜層理からみた北九州第三紀層の堆積，1965

第 212 号

田中啓策：和泉山脈中部の和泉層群，とくにその堆積相と堆積輪廻について，1965

第 213 号

坂本亨：富山積成盆地南半部の新生界，1966

第 214 号

水野篤行：宍道湖の堆積環境と底棲動物群集についての予察的研究，1966

第 215 号

Mizuno, A. : On the new Miocene unionids from the Sasebo coal field, western Japan, 1966

REPORT, GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

No. 211

NAGAHAMA, H. : Diagonal bedding and accumulation of Tertiary sediments in northwestern Kyushu, Japan, 1965 (in Japanese with English abstract)

No. 212

TANAKA, K. : Izumi group in the central part of the Izumi mountain range, Southwest Japan, with special reference to its sedimentary facies and cyclic sedimentation, 1965 (in Japanese with English abstract)

No. 213

SAKAMOTO, T. : Cenozoic strata and structural development in the southern half of the Toyama basin, central Japan, 1966 (in Japanese with English abstract)

No. 214

MIZUNO, A., SUMI, Y. & SUZUKI, Y. : A preliminary study on the sedimentary environment and bottom fauna of the lake Shinji-ko, a brackish lake on the Japan Sea coast of western Honshu, Japan, 1966 (in Japanese with English abstract)

No. 215

MIZUNO, A. : On the new Miocene unionids from the Sasebo coal field, western Japan, 1966 (in English)

秋田県横手盆地の水理地質学的研究

小西 泰次郎

地質調査所報告, No. 216, p. 1~37, 1966

35illus., 3 pl., 3 tab.

横手盆地は奥羽脊梁山脈の西側に並ぶ盆地の一つで、この盆地を流れる雄物川は、刈和野の狭窄部をへて日本海に注いでいる。

この論文は、横手盆地の地質と地下水理を関連づけ、これを水理地質学という体系のもとに研究を行なったものである。

横手盆地の地下水は流動性地下水と停滞性地下水が識別され、また水質についての新しい表現法として *newly divided diagram* が提唱された。この盆地における地下水理および水質は、本地域のおかれた地質的環境に支配されたものであり、それはまた横手盆地の生成にはじまり現在に至る諸元の集積に他ならない。

昭和 41 年 8 月 30 日 印刷

昭和 41 年 9 月 5 日 発行

工業技術院地質調査所

印刷者 小林 銀 二
印刷所 泰成印刷株式会社

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY



REPORT No. 216
GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN
Konosuke SATO, Director

**HYDROGEOLOGICAL STUDY OF THE
YOKOTE BASIN, AKITA PREFECTURE**

By
Taijiro KONISHI

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Hisamoto-chō, Kawasaki-shi, Japan

1966

地質調報
Rept. Geol. Surv. J.
No. 216, 1966