

## 秋田県六郷扇状地の水文環境

肥 田 登

Hydrological Environments in Rokugo-Alluvial Fan, Akita Prefecture

NOBORU HIDA

Rokugo-alluvial fan lies  $39^{\circ}25'$  north latitude and  $140^{\circ}34'$  east longitude. It covers an area of nearly 14 square kilometers. The distance between the head and outer fringe of the fan is about four kilometers. The center of Rokugo-machi town which is situated on the fringe numbers 7,000 inhabitants. They privately pump up groundwater for domestic uses. Groundwater is recharged in the fan's area, which is utilized mainly for rice cultivation. Groundwater levels are high during the season of melting snow and the period of irrigation activities from May to August. The highest level appears at the end of the melting of the snow and the beginning of irrigation. The lowest one occurs around the time when snow cover reaches a maximum, which is usually about 130 centimeters in depth.

## I はしがき

筆者は、秋田県六郷扇状地において地下水位の変動、地下水の水質、地下水の人工かん養、地下水管理のあり方などに関する一連の研究を実施している。若干の成果はすでに拙論に著してきた(肥田, 1986, 1987 a, 1987 b, 1987 c)。小論の目的は、これらの研究との関連において扇状地の水文環境の輪郭を把握しようとするものである。

## II 扇状地の水文環境

## 1 位置、水系

六郷扇状地は横手盆地のほぼ中央部に位置する。盆地底は南北約50~60km, 東西約12~15kmに及び、東縁は断層崖によって奥羽山脈に接する。この断層崖にそって南北に一連の扇状地群が発達した。主なものは北から白岩, 斉内, 川口, 千屋, 六郷, 金沢, 御所野, 皆瀬・成瀬などの各扇状地である。なかでも六郷扇状地は、扇頂から平地に向って開く半円錐の形状が典型的な扇形をなしていることでよく知られ、しばしば教科書や副読本などにも採用されてきた。

秋田県総合地質図幅『六郷』(秋田県, 1976, p.41および添付地質図 1 : 50,000)によれば、六郷扇状地は古い扇状地の上に新しい扇状地が重なり合ってきた沖積・合成扇状地である。ただし小論では一般的な通念から上の図幅上の新期扇状地部をもって六郷扇状地を指すものとする。

この意味での六郷扇状地は、南北約5.5km, 東西約4kmの楕円形をなし、面積は約14km<sup>2</sup>である。扇頂は六郷町の関田にあり、扇端に同町の市街地がある。関田から市街地に至る周辺が扇状地の



図1 六郷扇状地の概況

a : 市街地、宅地、公共施設 b : 水田 c : 畑地、果樹園 d : 林、荒地、墓地  
 e : 田沢排水 f : 七滝土地改良区円筒分水施設 g : 地質柱状図位置1~18 (図2 参照)、  
 観測井W1~W4 (図3 参照)。  
 破線内は七滝土地改良区の受益地。下図およびコンター：六郷町図1：10,000 (1792年4月撮影、国際航業(株)調整) による。

主要部に当り、小論で取り扱う対象となる (図1)。扇状部の野中は、北緯39°25′、東経140°34′の位置にある。

扇状地を発達させた河川は丸子川(鞠子川)である。現在の流路は扇頂部から北西に向い、大曲方面に流れる。丸子川は関田から約1 km上流で北側の善知鳥川と南側の荒川(上流で湯田沢川)とに分かれる<sup>1)</sup>。この2つの流域から生産された出水と土砂が、扇状地を形成したことになる。

善知鳥川流域は、面積17.14km<sup>2</sup>、主流長10kmでややほそ長い。最高地点は真昼岳の山頂にあり1,059.9m、最低地点は両支流の合流地点にあり105mである。海拔500mまでの面積は、全体の55%を占める。

荒川流域は面積22.46km<sup>2</sup>、主流長6.7kmで円形に近い。最高地点は780m、最低地点は105mである。流域内には黒森山763.4mを含む。海拔500mまでの面積は全体の71%である<sup>2)</sup>。

両流域の比積分(hypsometric integral)を求めると、善知鳥川流域が44%、荒川流域が47%であり、善知鳥川流域の方でやや開析が進んでいることがわかる。

善知鳥川水系は1,164の1次の水流量を有し、荒川と合流する手前で6次の水流量となる。この間の平均分岐比は4.2である。荒川(七滝川を除く)水系の方は、1次の水流量が1,489でやはり6次の水流量にまで発達して善知鳥川と合流する。平均的分岐比は4.5である<sup>3)</sup>。

## 2 扇面の勾配

扇面の勾配はどの程度のものであるか、1：25,000の地形図を用いて計測してみる。関田の集

落より約500m 東北の扇頂部に基点をおく。位置は $39^{\circ}24'44''\text{N}$ ,  $140^{\circ}35'30''\text{E}$ , 標高97m である。この基点より東北東から南西の扇端に向けて放射上に7方向の断面をとる。つぎに各方向ごとに5m 間隔の各等高線間の勾配を読みとる。こうして得られた7方向の勾配を平均すると、高度別につぎのような結果が得られた。90~85m : 0.0165, 85~80m : 0.0145, 80~75m : 0.0132, 75~70m : 0.0125, 70~65m : 0.0121, 65~60m : 0.0119, 60~55m : 0.0108, 55~50m : 0.0106, 50~45m : 0.0109, 45~40m : 0.0091, 40~35m : 0.0083, 35~30m : 0.0056。

これらの値から、扇面はおよそ標高50m 以下、50~80m, 80m~扇頂までの3つの斜面部に分けられる。50m 以下では勾配のオーダーが $10^{-3}$ であり、50m 以上に比べて小さい。50m 以上で勾配のオーダーは $10^{-2}$ となる。そしてとくに80m 以上において1/50を越える所も現れ、勾配は一段と大きくなる。

扇面勾配の増減は、扇状地形成の時期区分を行う場合に1つの指標として用いられることがある<sup>9)</sup>。しかし上の値をもって六郷扇状地の形成時が2期ないし3期に分けられると速断するわけにはゆかない。

### 3 地質

六郷扇状地は第四紀更新世末~完新世(1万年前まで)に形成されたものとされる<sup>5)</sup>。ここでは第四紀の沖積層の下部にある千屋層を扇状地の基盤と考えておきたい。

千屋層<sup>9)</sup>は、新第三期の末期に当る鮮新世に形成されたもので、層厚は大きいところで数百メートルに及ぶ。岩相は礫岩、砂岩、砂礫層、泥岩、凝灰岩から成り、下部に垂炭を混有する。一部に透水性のよい砂礫層を含むため、第四紀の沖積層と見分けにくいところもある。

扇状地をとり囲む形で、3地点の試すい柱状図がある<sup>7)</sup>。それによると地表面から基盤・千屋層までの厚さは、扇状地の南端(仙南村籠林)で50m, 扇端の市街地(赤城)で少なくとも70m, 扇状地の東端(千畑町中野)で107m である。

第四紀沖積層の層序は、かならずしも明確にとらえられてはいない。ただこれまでに行われてきた2, 3の電気探査などの結果によれば<sup>8)</sup>、扇頂から扇端にかけて20~30m 深までの地質は、シルト・粘土質層を挟んではいるが主に砂礫層から成るものを推定される。とくに扇頂から扇央の浅層部は巨礫を多く含んでいる。実際に1985年9月に野中付近(海拔60m)で行った人工かん養用のスリット掘削工事において、3m 深までの層から径30cm~50cmほどの巨礫の混入が確認された。

このほか扇端部にはいくつかの地質柱状図が存在する。六郷町の協力を得て18か所の柱状図を入手し、それらを転記して図2にまとめた。番号で6, 9, 14, 16は土質柱状図であり、ほかは井戸柱状図である。いずれも記載者が異なるので、地質判定についての若干の差異はまぬがれない。これらの柱状図からつぎの点が読みとれる。第1に、砂礫層および粘土まじり砂礫層が主体である。礫径は大きく巨礫のまじる層もある。第2に、粘土層が所どころに挟まれるが、層の連続性はかならずしも明瞭ではない。不連続な粘土層が局部的に入り組んでいるものと思われる。第3に、10m および40m 深前後に薄い泥炭層の認められる個所がある。

地質柱状図による砂礫層などの確認は、電気探査の結果を裏づけるものである。しかしこれらの柱状図にしても、深さの点から第四紀沖積層の基底面を追跡するところまでは入りこめない。

### 4 水収支

分水界によって区切った横手盆地域の水収支(1941~70年の平均)に注目してみよう(肥田, 1980)。年平均降水量(P)は2,005mm である。月最大降水量241mm は7月に現れ、月最小降水量104

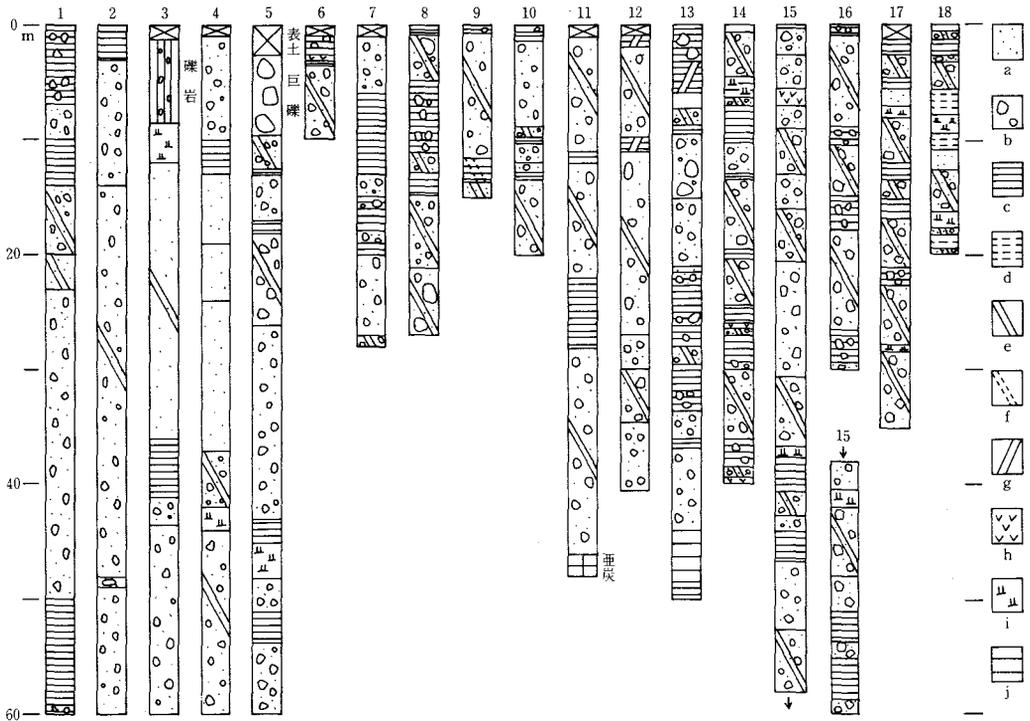


図2 六郷扇状地扇端部の地質柱状図

- 1.馬町(消雪井) 2.馬町(消雪井) 3.琴平町(消雪井) 4.琴平町(消雪井)  
 5.馬町(消雪井) 6.町営住宅 7.同(安楽寺) 8.町立幼稚園 9.町立体育館  
 10.亀谷外科医 11.六郷高校 12.学校給食センター 13.六郷町赤城 14.六郷小学校  
 15.米町(消雪井) 16.六郷町役場 17.六郷町農協 18.町営住宅 位置については図1参照。  
 a:砂 b:玉石、礫 c:粘土 d:シルト e:粘土質、粘土まじり f:シルト質  
 g:砂質 h:腐植土 i:泥炭 j:泥岩

mmは5月に現れる。冬季間、とくに12~1月の降水量が相対的に大きいので、冬半期の降水量は夏半期の降水量を上回る。Thorntwaite法によって求めた年平均の可能蒸発散量(E)は663mmである。上のP, E両者の値から年平均の過剰水分量は1,342mmとなる。横手盆地のほぼ中央にある六郷扇状地の場合も、これらの値と大同小異のはずである。

市街地の最大積雪深は平年で130cm程度である(図3参照)。最近の例を見ると1985~86年冬のピークは2月17日に194cm、雪の少なかった1986~87年冬のピークは1月26日に86cmを記録した。積雪深は扇端から扇頂にむけて約20cmほどの増加をみる。

### 5 土地利用

**水田:**市街地で活用されている地下水の主なかん養源は扇状地面である。扇状地の土地利用はどのようなものであろうか。図1には1972年撮影による六郷町図1:10,000に基づいて土地利用の実態を4つの項目に分けて示した。水田、畑地・果樹園、市街地・宅地・公共施設、林・荒地・墓地である。つぎに扇頂の七滝土地改良区の円筒分水施設の地点をAとし、市街地に流れこむ地下水のかん養域を配慮して扇状地面に任意の扇形ABCをつくる(図1)。BC間は50mのコンターを境界とする。そして扇形内の土地利用を5m間隔のコンターで区切られた標高区別に計測

した。結果は表1のとおりである。

表1 扇形ABC(図1)の標高別土地利用

標高m	面積km <sup>2</sup>	内 訳 %			
		水田	畑果樹園	市街地 住宅公共施設	林地 荒地
50~55	1.420	60.3	8.6	27.9	3.2
55~60	1.213	83.6	3.4	12.5	0.5
60~65	0.982	79.9	2.2	17.0	0.9
65~70	0.848	91.7	2.0	3.9	2.4
70~75	0.455	88.7	1.7	7.8	1.8
75~80	0.530	81.5	0.6	15.0	2.9
80~85	0.258	85.8	0	13.5	0.7
85~90	0.103	61.2	4.3	21.6	12.9
合計	5.809	78.3	3.8	15.8	2.1

BCは50mのコンターを境界とする。

六郷町図1:10,000(1972年4月撮影、国際航業(株)調整)に基づいて作成。

ここで注目しておきたいのは、扇状地の土地利用の大部分は水田であるということである。全体の78%に達する。標高65~70mにおいては90%を上回る。

水田はもともとこのように多くを占めてはいなかった。扇状地の水田は、田沢疏水が1963年に完成することによって飛躍的に拡大した。それ以前の水田は、図1に破線で示すように比較的扇頂部を対象とした七滝土地改良区の受益地に限られていた。水田以外の土地は林地・荒地が主であった<sup>9)</sup>。

**かんがいシステム**：扇状地の水田は、2つの系統のかんがい用水—七滝土地改良区の関田分水系と田沢疏水系—によってかんがいはされる。関田分水のかんがい水源は、丸子川の表流水である。土地改良区の管理する取水口は3か所に分けられているが、扇状地の水田かんがいに直接かわる取水口は、関田堰である。関田堰による取水量は、最大で1.8m<sup>3</sup>/sec、平均で0.246m<sup>3</sup>/sec(通年、慣行水利権)であり、ここで取り入れられた水は、円筒分水施設(図1のA地点)によって10か所に分けられる。このなかで野中堰、筑後屋敷堰、増堰などが図1に示した主に扇頂部付近の受益地に水を供給する(秋田県七滝土地改良区, 1985)。

このほかの水田は、田沢疏水系の用水によってかんがいはされる。扇状地にかかわる田沢疏水の分水口は、図1に示した13-1~2, 14-1~2の4か所である。ただし受益町村は六郷町のほか千畑、仙南の両町村を含む。秋田県田沢疏水土地改良区の「取水計画および分水口別かんがい用水配分計画」によると、1979年度の田沢疏水の通水期間は、5月1日から9月10日までとされ、4つの分水口を合わせたかんがい面積と分水量は、それぞれ、642ha, 3.45m<sup>3</sup>/secであった。

扇状地の農家を例に、水稻にかかわる農作業の流れを表2に示した。かんがいの期間は5月初旬に始まり、8月末に終る。

なお市街地の西側に接する水田は、かつて扇端の湧泉群の水を引いて拓かれたものである。六郷町産業課によると、その広さは480haに達したという。しかし最近では田沢疏水の水が潤沢に使えるために、湧水かんがいのシステムは崩れつつある。

表 2 六郷扇状地丁農家の農作業（水稻）の実績，1977年

月 日	農 作 業	水 深	肥 料 ・ そ の 他
4.19	苗代作り	5 cm	
4.21	種まきとビニール被覆		
5. 2	元肥え		重カリ酸 (40kg/反) リン化苦土安 (40kg/反)
5. 3	耕起		
5. 7	天地返し		※耕起した田をさらに掘り起こす
5. 8	灌水 (苗代以外の全田)	5 ~ 10cm	
5. 9	漏水止め 苗代のビニール被覆撤去		※畔のすき間をなくし漏水を防ぐ
5.11	代かき		
5.13	除草剤散布		MO粒剤 (成分: 2・4・6-トリクロルフェノール-4'-ニトロフエニルエーテル9%)
5.15	苗代消毒		フジワン粒剤 (イモチ病, 成分: ジイソプロピル-1・3-ジチオラン-2-イリデン-マロネート2.5%) スミチオン乳剤 (病害虫, 成分: ジメチル (3-メチル4-ニトロフェニル) チオホスフェート50%)
5.18~22	田植え (3 ha)		
5.25	植つけ		硫安 (10kg/反) = 苗の活着の促進
6.22	病害虫防除 (全水田)		スミチオン乳剤とカスミン乳剤の混合 (150l/反, 1000倍液) カスミン乳剤 (イモチ病, 成分: カスカイシン 2% 塩酸塩2.3%) ※排水溝を掘り、酸素欠乏を防ぎ根の伸長を図るため中干しする
6.25	全田溝掘り中干し		※排水溝を掘り、酸素欠乏を防ぎ根の伸長を図るため中干しする
6.28	病害中防除 (ササニシキ田のみ)		オリジメート粒剤 (イモチ病, 3kg/反, 成分: 3-アリアルオキシ-1・2-ベンゾイソチアゾール1・1-ジオキシド8%)
7. 2~20	間断灌水	田面が完全に覆 われない程度	
7. 3	病害虫防除 (全田)		ヒノザン粉剤 (イモチ病, 3kg/反, 成分 O-エチル-S-S-ジフェニルジチオホスフェート1.5%)
7.24	追い肥 (ササニシキ田以外)		チソソ1.2kg/反
7.25	乾空防除		スミチオン乳剤とラフサイドゾル (イモチ病) と水の混合で 1 : 1 : 6の比率 1.2l/ha
7.27	病害虫防除 (一部の水田)		※イモチ病の傾向が少しあらわれた田、ヒノザン粉剤 3kg/反
7.28	追い肥 (ササニシキ田のみ)		NK化成 (チソソ1.2kg/反 カリ1.2kg/反)
7.31	追い肥 (ササニシキ田の一部)		尿素 1kg/反 チソソ1.2kg/反 カリ1.2kg/反
7/下旬~8/上旬	深水と間断灌水		気温が16℃以下の時に深水 (10cm以上) で16℃以上の時に間断灌水
8. 6	追い肥 (ササニシキ田のみ)		NK化成
8.28	追い肥 (アサヒカリ、ササニシキ田)		尿素少々、秋落現象の防止 (稲の老化を防ぐ)
9. 2	完全落水		
9.27~10. 9	刈取り		※ササニシキ作付面積3反歩 アサヒカリ作付面積5反歩
10. 2~10.25	出荷		

6 地下水位

扇央～扇端間で、観測井W1～W4により地下水位の変動を測定した。観測井の位置は図1に示した。1979年4月から83年10月までの水位の経時変化は、図3に示すとおりである。ここでW1からW3までの黒丸は、1日1点12時の水位であり、W4は毎回7時の水位である。また同図には六郷扇状地にもっとも近い大曲気象観測所 (39°29.3'N, 140°30.0'E, 標高30m)<sup>10)</sup>の日降水量 (mm) を付した。さらに積雪深は、大曲気象観測所の記録と、市街地の東側にある七滝土地改良区前で測定したものとである。

これらの観測結果から六郷扇状地の扇央～扇端の地下水位は、かんがいおよび積雪・融雪の影響を強く受けながら大略つぎのような変動特性を示す。第1に、地下水位は4月上旬の融雪時と5～8月のかんがい期に高く、非かんがい期に低い。第2に、融雪による地下水位のピークは、扇央部の積雪深がゼロになる時点と一致する。第3に、冬季間の地下水位は、積雪深の大きさに対応して変動し、積雪深が最大となる時期に地下水位は最低となる。これらの特色はW1～W4

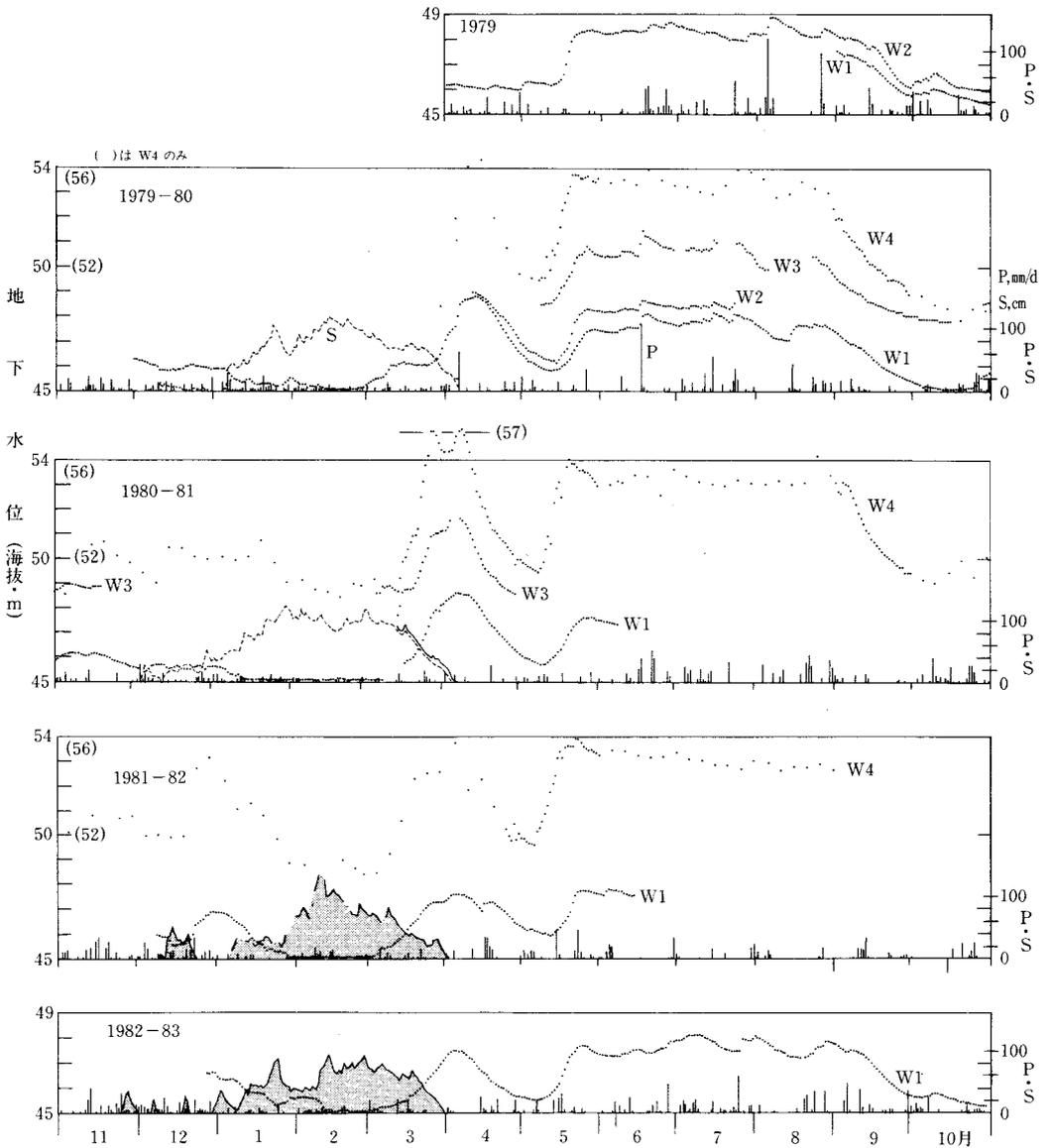


図3 六郷扇状地扇央～扇端の地下水位の変動1979.4～83.10

Pは日降水量mm(大曲)、Sは積雪深：破線は大曲、実線は六郷町(七滝土地改良区前)

の間に共通しており、観測井間の変動パターンに大きな差異はない。このほか降水量の多い時には、それにそった地下水位の一時的な上昇が認められる。

### III むすび

以上、六郷扇状地の水文環境の概要について水系、地質、降水、土地利用、地下水位などの観点から述べてきた。これらのことから、地下水の利用、収支、水質、人工かん養など六郷扇状

地の地下水研究の冒頭に位置するものであり、研究全体の理解をはかるために取りまとめたものである。今後、一連の研究の集大成を期し、改めて大方のご批判を仰ぎたいと考えている。

**付記** 小論は、昭和61、62年度文部省科学研究費一般研究C（課題番号61580209、代表・肥田）による研究成果の一部である。

## 注

- 1) 丸子川は扇状地付近では現在でも鞠子川という。丸子川は本来大曲付近での呼称。ただし、最近の地形図からは鞠子川の文字が消えている。また荒川は湯田沢川の下流部での呼称である。
- 2) 善知鳥川流域17.14km<sup>2</sup>、荒川流域22.46km<sup>2</sup>の各高度別面積比を求めて以下（善知鳥川流域％、荒川流域％）で示すと、100～200m（18.6, 13.3）、200～300m（10.7, 18.3）、300～400m（11.8, 19.0）、400～500m（14.2, 20.1）、500～600m（12.8, 14.5）、600～700m（13.1, 10.5）、700～800m（11.4, 4.0）、800～900m（5.5, 0.3）、900～1,000m（1.4, 0）、1,000m～（0.5, 0）である。1：25,000地形図を使用。
- 3) 水系分析には1：25,000地形図を使用した。
- 4) 六郷扇状地の分類、時期区分については、藤原(1954, p.67～69)、小西(1966, p.2～4)、近藤(1969, p.3)、秋田県(1976, p.41)などにふれられている。扇状地の分類に藤原(1954)は、湧泉の分布、扇状地勾配の異状、表土の状態、土地利用と植生の4指標を用い、秋田県(1976)は、扇面勾配の増加、末端湧水帯の分布、微地形の保存状態などを用いた。
- 5) 六郷扇状地の形成期について秋田県(1976, 付図)は更新世末期とし、斉藤(1983, p.64)は横手盆地の扇状地を一括して完新世であるとする。
- 6) 小西(1966, p.9)、秋田県(1976, p.34)による。
- 7) 小西(1966, p.9～10)、秋田県(1976, 第34図, 第46図, 付図)を参照。なお小西(1966, p.10)および狩野・上田(1966, p.40)は六郷町市街地(赤城)の第四紀層厚を139mとする。
- 8) 農林省東北農政局(1965, p.5および28)、近藤(1969, p.11)による。
- 9) 大日本帝国陸地測量部、大正2年測図同5年製版、大正5年3月30日発行、1：50,000地形図六郷による。
- 10) 秋田県気象月報による。

## 文 献

- 秋田県(1976)：秋田県総合地質図幅『六郷』、70ページ+付図。  
 秋田県七滝土地改良区(1985)：『七瀧用水』同改良区、42ページ。  
 藤原健蔵(1954)：横手盆地東縁北半分の地形一断層崖下にみられる地形一。東北地理、第7巻第2号、63～69。  
 肥田登(1980)：秋田県横手盆地の水取支1941～1970年。秋田大学教育学部研究紀要(人文・社会)、第30集、96～101。  
 肥田登(1986)：秋田県六郷町の湧泉の分布、湧出量および水質について。秋田大学教育学部研究紀要(人文・社会)、第36集、73～86。  
 肥田登(1987a)：秋田県六郷扇状地における池を用いた浸透実験。地下水学会誌、第29巻第1号、19～25。

- 肥田登(1987b)：秋田県六郷町の自家用消雪パイプの使用状況について. 秋大地理, 第34号, 27~33.
- 肥田登(1987c)：水田を用いた積雪期間の地下水人工かん養—秋田県六郷扇状地の例—. 日本地理学会予稿集, 32, 62~63.
- 狩野豊太郎・上田良一(1966)：横手盆地々下地質について. 秋田大学鉱山学部地下資源開発研究所報告, 第34号, 35~45.
- 近藤忠三(1969)：六郷町扇状地地下水調査報文. 六郷町, 1~17.
- 小西泰次郎(1966)：秋田県横手盆地の水理地質学的研究. 地質調査所報告, 第216号, 1~37.
- 農林省東北農政局(1965)：秋田県仙北平野地区・地下水調査報告書(III報). 地質地下水調査報告集, 第8集, 調査者：磯崎, 赤間, 田村, 松岡, 1~52.
- 斎藤享治(1983)：扇状地の形態・構造の統計分析による岩屑供給量と河床変化の時代変遷. 地理学評論, 第56巻第2号, 61~80.