

岩手県安家石灰岩地域の水文地質—安家以北地区—

岸 和男* 石井武政* 永井 茂*

KISHI, Kazuo, ISHII, Takemasa and NAGAI, Shigeru (1984) Hydrogeology of the Akka Limestone area, Iwate Prefecture—the northern part of the Iwaizumi Limestone region—. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 35 (3), p. 99-117.

Abstract: The Akka Limestone is one of the largest limestone bed in Japan and is exposed in the northern part of the Kitakami Mountains, northeast Honshu. The rocks of the surrounding mountains are mainly composed of Cretaceous granodiorite and Permian to Jurassic sedimentary rocks. The limestone is distributed in a narrow belt of about 4 km in maximum width.

The limestone area forms karst topography, named the Akka Karst. In the northern part, there are many dolines and caves, such as the Akka-do (more than 8,000 m long), the Shigawatari-do (more than 2,500 m long), and so on. The karst is also represented by the existence of many springs. Among them, the Shigawatari-do Spring and the Motomura Spring have a large amount of water flow.

The area studied is topographically subdivided into the Akka-gawa (river) catchment area occupying the southern side, and the Kuji-gawa catchment area of northern side. These two area, however, are connected by limestone beds hydrogeologically. Surface water is almost infiltrating through the limestone beds, so characteristic ground water balance is formed throughout the area. As results, 0.1 to 0.28 m³/sec water permeates from the northern side to the southern side from the analysis of each specific discharge at a mouth of small catchment area, and it finally flows out from the Shigawatari-do and the Motomura Spring.

The surface and subsurface water can be classified by chemical contents into a “limestone type”, a “non-carbonate type” and an “intermediate type”. Each type is different from another according to electric conductivity, pH, Ca²⁺ and HCO₃⁻, as shown in the following table.

	EC (μS/cm)	pH	Ca ²⁺ (ppm)	HCO ₃ ⁻ (cpm)
limestone	>110	7.5-7.9	>20.0	>1.0
intermediate	110-70	7.0-7.5	10.0-20.0	1.0-0.5
non-carbonate	<70	6.5-7.0	4.0-10.0	<0.5

要 旨

本報告は岩手県安家以北地区における石灰岩地域の水文地質・地下水収支に関する検討結果の一部である。

1) 石灰岩分布流域のうち上流部は降水が直接浸透し地下水となるため河川(沢)は水無川となっている。

2) 長内川^{ながない}上流の表流水は石灰岩地域を通過中に全量伏没し地下水となっている。

3) 石灰岩流域の比湧出量は他の流域に対し昭和52年107%, 53年153%を示し, 特に渇水期に地下水貯留能力が高い。

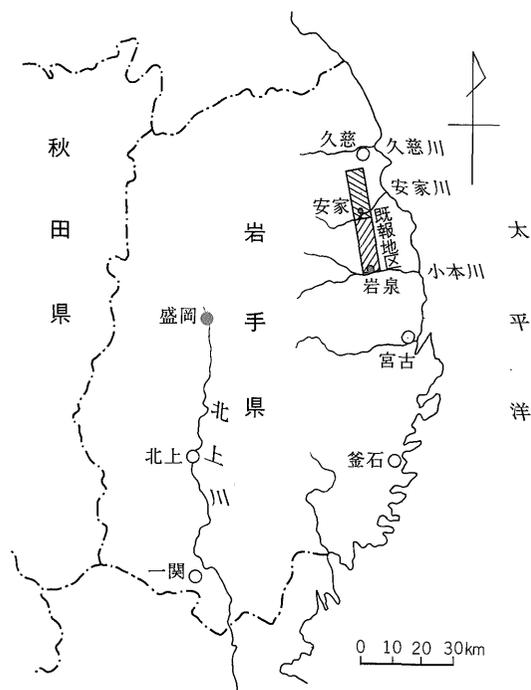
* 環境地質部

4) 小分割した石灰岩流域の比湧出量は流域によってその差が大きく, 特に安家側石灰岩流域は全石灰岩流域の値の2倍の値を示す。

5) 安家側石灰岩流域と久慈側石灰岩流域は水文地質的には一つの流域であり, 後者から前者へ昭和52年の豊水時には0.276 m³/sec 及び昭和53年の低水時には0.1 m³/secの地下水が流出した。

6) 本地域の湧水及び表流水は, 水質的に石灰岩グループ, 非石灰岩グループ, 及び両者の混合による中間グループに3分される。

7) 本地区及び南部の岩泉—安家地区は, ともに稜線の地下を北から南に向かって地下水が流動している。これ



第1図 位置図

は安家石灰岩地域の特徴であるとともにその地質構造を反映しているものと考えられる。

1. ま え が き

岩手県北部北上山地の久慈市西方から岩泉町南部にかけての地域には長大な石灰岩層が分布している。この石灰岩地域には裂力、空洞が発達し、水理・水文的に特異な状態が認められる。筆者等は安家石灰岩地域について、昭和52年から昭和55年の間、4回現地調査を行い水文地質的に地下水収支に関し検討を行った。本報告は、既報の岩泉—安家地区(岸ほか, 1981)にひきつづくもので、安家以北地区の地下水収支と流動機構の一部について述べる。

現地調査に際しては岩泉町役場をはじめとして関係する方々から御協力を得た。ここに厚く御礼申し上げる。

2. 調査の概要

調査地域は、岩手県北部に当り、久慈市西方から岩泉町南部にかけて発達する石灰岩体を含む山地のうちの北半部に当る安家石灰岩地域である(第1図)。行政区画上からは、本調査地域は久慈市及び岩泉町のそれぞれ一部

に当る。現地調査では、地域内における地下水収支を明らかにすることを主眼とし、流量測定、地質調査、水質調査等を行った。野外調査は次の日程及び担当によって行われた。

昭和52年9月10日—9月19日 岸・石井
 昭和53年8月6日—8月10日 岸・石井・永井
 昭和54年8月4日—8月9日 岸・石井
 昭和55年10月22日—11月1日 岸・石井

測定項目及び回数は次の通りである。
 流量測定 18 地点 計 49 回
 導電率・水温測定 22 地点 計 52 回
 pH・RpH 測定 22 地点 計 44 回
 Mアルカリ度 22 地点 計 42 回
 水質分析 12 地点 計 30 試料

流量測定は岸・石井が、地質調査は石井が、水質調査は永井・岸が担当した。

流量測定には、流速計(4TF, 電気式, 係数: $V = 0.22N + 0.004$, V : m/sec, N : 回転数/sec)を用いた。水質については導電率、水温、pH、RpH、Mアルカリ度は現地測定であり、Cl⁻等主要6成分は採取試料を持帰っての室内分析である。

なお本報告をとりまとめるに当って上記の測定データのほか、岩泉町役場で行っている次の観測データを利用させていただいた。

降水量

昭和53年—56年 岩泉町役場及び安家支所
 竜泉洞水位(流量)

昭和52年12月—54年7月 毎日一数日おきの記録

昭和54年7月—56年12月 自記連続記録

本田川沢廻り水位(流量)

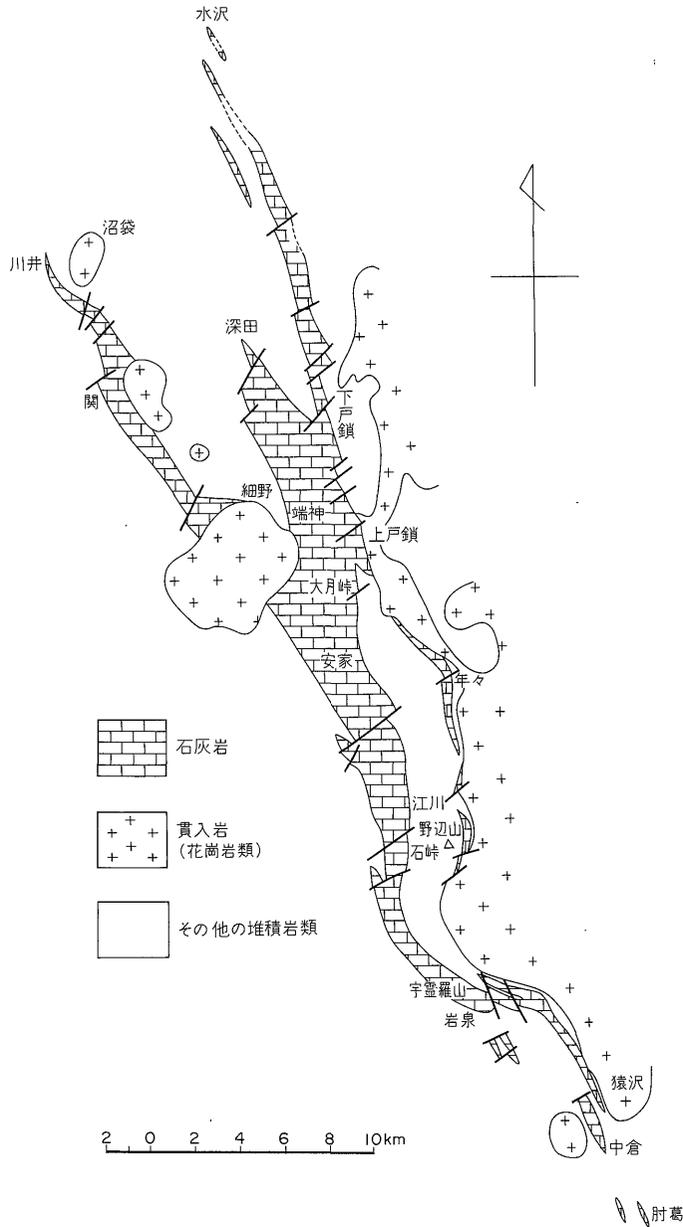
昭和55年3月—56年12月 自記連続記録

3. 安家石灰岩の分布及び周辺の地形・地質

安家石灰岩は、北部北上山地の関断層と田老断層に挟まれた安家帯¹⁾(小貫, 1981)にあって南は岩手県下閉伊郡岩泉町肘葛付^{ひざか}近から北は同県九戸郡大野村水沢付^{みづか}近にまで分布する(第2図)。その南北延長は約60 km、平面図上での最大幅は約4 kmに達し、日本では最も規模の大きい石灰岩層のひとつとなっている。

本石灰岩はその分布の北端部及び南端部では数列の小規模な岩体に分岐しているが、全体を大まかに見ると東列・中列・西列の3列から構成されている(第2図)。各列はいずれも、ほぼNNW-SSEあるいはNW-SE方向に延びている。主体をなすものは中列で、久慈市深田付

1) 杉本(1972)の岩泉帯のうち関断層以東の地域が安家帯とされる。

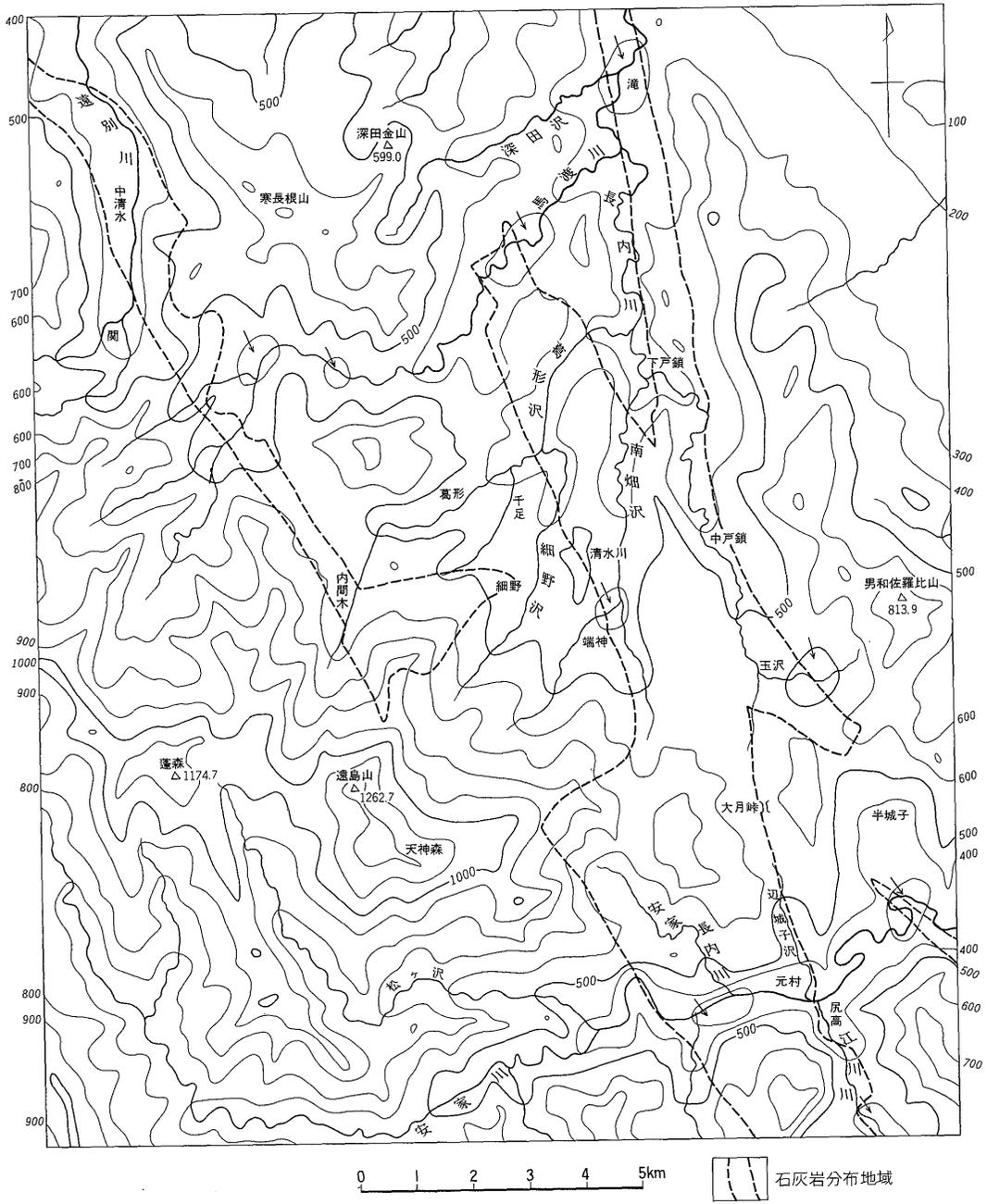


第2図 安家石灰岩分布略図

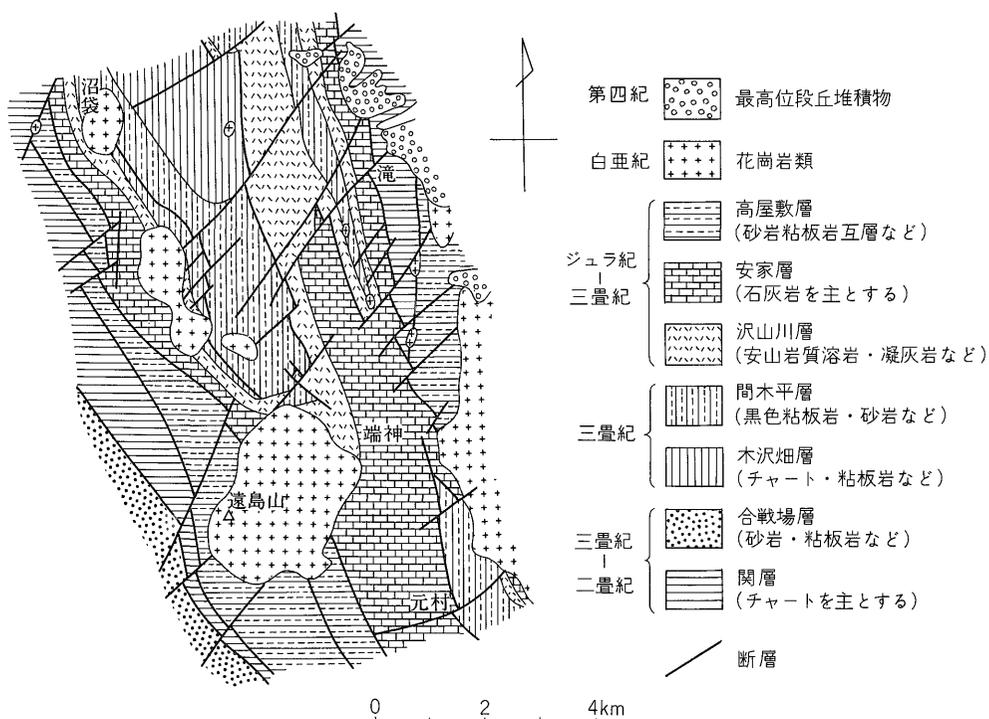
近から大月峠を経て安家・岩泉へと連続し、更に小本川を越えて肘葛付近まで分布している。東列は大野村水沢付近から南方へ延びて、久慈市下戸鎖付近で一端中列に合体し、再び岩泉町年年と野辺山東方に小岩体をなして現われる。西列は九戸郡山形村川井付近を北端として南東方へ延び、久慈市細野付近で花崗岩類の貫入により、その連続を断たれている。

石灰岩分布地域を特徴づけるものはカルスト地形であって、石灰洞・ドリーネ・カレンなどが発達している。本石灰岩分布地域に見られるカルスト地形は“安家カルスト”と呼ばれ、竜泉洞(総延長 2,500m)、安家洞(総延長 8,000m)、氷渡洞(総延長 2,500m)、内間木洞(総延長 1,600m)などの長大な石灰洞²⁾、江川川沿い及び久慈市

2) 石灰洞の総延長は小貫(1981)による。



第3図 埋谷線図



第4図 地質概略図 (小貫, 1981による)

端神周辺のドリーネが特に有名である。この他、東北経済開発センター(1978)によれば、石灰岩分布地域の山頂部及び沢沿いには、大小多くの石灰洞・ドリーネ・カレンが存在する。また石灰岩分布地域の山稜部には一般に平坦面ないし緩斜面が形成され、谷底とは急崖で境されている。他方、石灰岩を除く堆積岩類分布地域は、樹枝状の河川が発達して起伏量も大きく、峻険な山容を呈している。これに対して花崗岩類分布地域は全体として比較的緩やかな斜面をなして、河川も悪く、このような地形的特徴は、5万分の1地形図から谷幅500mまでを埋めて作成した埋谷線図(第3図)上でもある程度読み取ることができる。

第3図に示した地域の最高峰は遠島山^{としまやま}で標高1262.7mに達し、蓬森(1174.7m)を経て北西方へ延びる稜線を派生させている。また地域東部には男和佐羅比山^{おわさらびやま}(813.9m)を主峰とする稜線が南北に続いている。安家以北地域の安家石灰岩は、およそ、これら二つの稜線に挟まれた地域に分布している。

遠島山と男和佐羅比山を結ぶ稜線からは安家川及び長内川に注ぐ溪流が発している。これら河川のうち、石灰岩地域を主要な流路とするものは、通常天候では水無

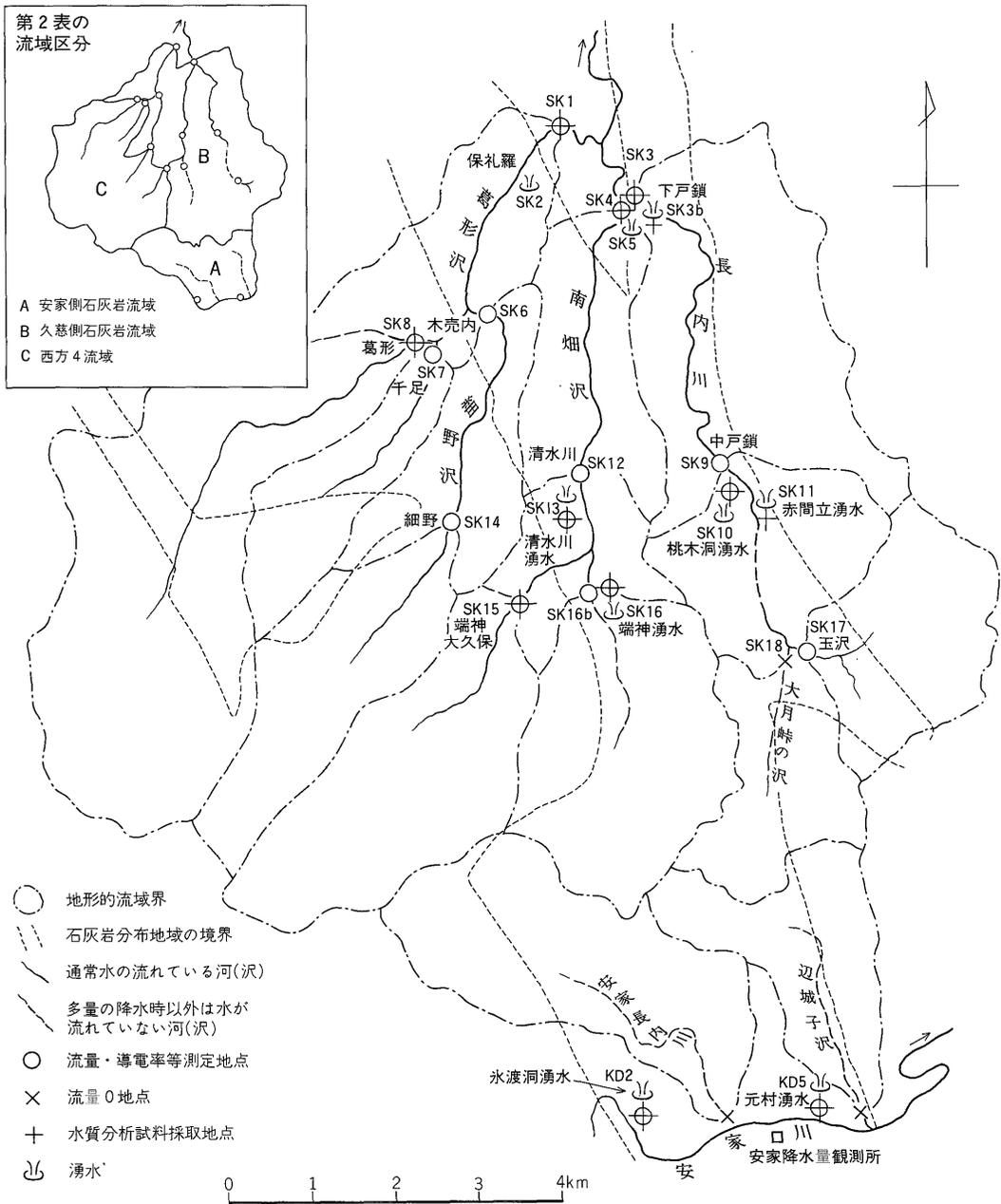
川となっていて、その流域の表流水の大部分が地下に伏設することを示している。

安家以北地域の地層・岩石は、二疊紀—ジュラ紀の石灰岩・チャート・粘板岩・砂岩などの堆積岩類(一部に溶岩・凝灰岩を含む)とそれらに貫く白亜紀の花崗岩類とに大別でき、また一部に第四紀の段丘堆積物が認められる(第4図)。安家石灰岩を含む堆積岩類は、西方へ傾斜する等斜褶曲を繰り返すとともに、東方へ押し上げた衝上断層及びそれらを横切る横断断層が推定されるなど、極めて複雑な地質構造を呈している(杉本, 1980; 小貫, 1981)。豊原ほか(1980)によるコノドント化石の研究によれば、安家石灰岩は三疊紀後期の堆積物と考えられる。

4. 水 文

4.1 降水量

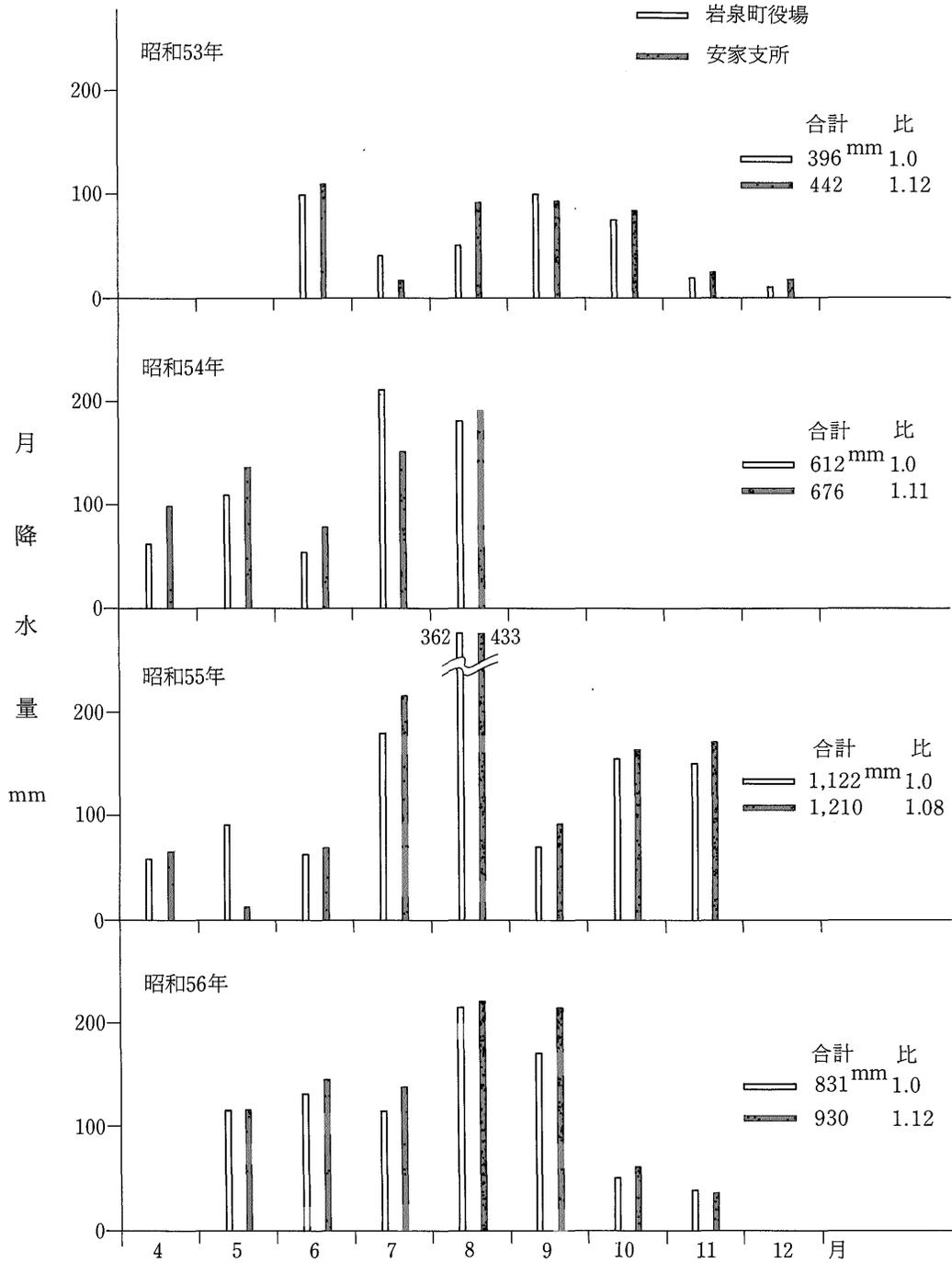
本調査地区は岩泉町中心部から北方約24kmに位置し、岩泉町で行っている降水観測所としては同町役場安家支所が最も近い。安家支所の降水観測は昭和53年6月から始められたが冬期間は欠測で、それ以外でもしばしば欠測がある。第6図に岩泉町役場と安家支所における



第5図 安家以北地区調査要図

昭和53年から56年の4-12月の月降水量を示した。これによると両観測所の日降水量の差は40mm以上のこともあるが、多くは10数mm以内で全体的には似た傾向を示す。ただし安家支所が若干多い傾向が認められる。各年の観測期間中の合計降水量の比をみると、岩泉町役場を1とすると安家支所は4年平均で1.11となる。なお岩泉町役場での4月から11月までの合計降水量は年間降

水量の81%(昭和50-55年、6年平均)になるので、かりに冬期間における降水量にかなりの差があっても年間を通じての両者の比率は前記の値とあまり変わらないものと考えられる。即ち本調査地区の年間降水量は約1,220mmと推定され、年間傾向、長年傾向ともに岩泉町役場で代表されると考えてよいと思われる。以下本報告で述べる日降水量は昭和52年は岩泉町役場、53年以後は安家支所



第6図 月別降水量の比較

第1表 安家以北地区流量・導電率等測定結果

測定番号	河川名及び測定位置	測定年月日	測定時分	水温 °C	導電率 μS/cm	pH	RpH	pH4.8 アルカリ度 (ppm)	流量 m ³ /sec
SK 1	保礼羅葛形沢	52. 9. 18.	13:50	13.9	100	7.7	7.7	52	0.7675
"	"	53. 8. 9.	14:25	18.1	128	7.6	7.8	60	0.325
SK 2	保礼羅湧水	52. 9. 13.	15:10	9.8	176	7.6	7.7	120	
SK 3	下戸鎖長内川	52. 9. 17.	15:00	12.9	125	7.9	7.9	71	0.3894
"	"	53. 8. 8.	15:00	17.0	132	7.7	7.9	68	0.163
SK 3b	下戸鎖湧水	54. 8. 7.		11.1	143	7.4	7.5	79	0.0215
SK 4	下戸鎖南畑沢	52. 9. 17.	15:20	13.4	128	7.9	7.9	76	0.6138
"	"	52. 9. 18.	10:00	13.3	128	7.9	7.9	75	0.6388
"	"	53. 8. 8.	15:15	17.7	137	7.7	7.9	68	0.208
"	"	53. 8. 9.	10:10						0.215
SK 5	下戸鎖簡易水道水源	52. 9. 13.	11:50	10.0	175	7.6	7.7		
SK 6	木売内細野沢	52. 9. 18.	15:00	14.5	70	7.6	7.6	36	0.2415
"	"	53. 8. 9.	13:15						0.105
SK 7	木売内千足	52. 9. 18.	14:20	13.9	110	7.7	7.7	49	0.0696
"	"	53. 8. 9.	13:35						0.033
SK 8	木売内葛形	52. 9. 18.	14:40	13.5	68	7.6	7.6	35	0.3694
"	"	53. 8. 9.	14:00	17.4	103	7.4	7.6	47	0.120
SK 9	中戸鎖長内川	52. 9. 17.	14:30	11.6	74	7.4	7.5	40	0.0652
"	"	53. 8. 8.	14:30						0.014
"	"	54. 8. 4.		13.5	80				0.0208
"	"	54. 8. 7.		13.5	80				0.1807
SK 10	桃ノ木洞湧水	52. 9. 13.	10:45	9.7	153	7.5	7.6	106	
"	"	52. 9. 17.	14:20	9.7	145	7.5	7.6	101	0.1176
"	"	53. 8. 8.	14:10	11.4	113	7.3	7.6	62	0.083
"	"	54. 8. 4.		10.9	103				0.146
"	"	54. 8. 5.	14:10	11.2	108	7.4	7.5		0.1959
SK 11	赤間立湧水	52. 9. 17.	14:00	10.4	58	7.8	7.6	31	
"	"	53. 8. 8.		10.1	74	7.5	7.6	38.2	
"	"	54. 8. 5.	13:50	10.0	65	7.8	7.6	30	
SK 12	清水川南畑沢	52. 9. 18.	10:50	13.7	90	7.7	7.7	50	0.4221

の観測値である。

4.2 流量と区間増減量

第1表に各測定位置における測定年月日とその時の流量を示した。また第7図に河川縦断方向における表流水の増減量を示した。

本調査地区の河川は大月峠から天神森山を結ぶ稜線を境とし、南流する辺城子沢へんじょうしと安家長内川、北流する長内川と南畑沢及び遠島山北麓を流域とする細野沢くずかた、葛形沢である(第5図参照)。これらの河川(沢)はほとんどが石灰岩地帯を流下する。辺城子沢と安家長内川は常時水無川であるが、それに対応するかのよう³⁾に元村湧水(KD5³⁾)と氷渡洞湧水(KD2)がある。この両者の合計湧水量

3) 流量などの観測地点の記号、以下同様である(第5図参照)

を以下安家側流量(KD2・5)、保礼羅葛形沢(SK1)、下戸鎖長内川(SK3a)、下戸鎖南畑沢(SK4)を合計した流量をここでは久慈側流量と呼ぶことにする。

昭和52年9月の流量測定は17日18日に行った。降水量は7-10日の間に約70mm、12-15日の間に13mmである。流量は9-10日が最高を示し、以後減少して16日以降はほぼ安定した状態であった。この時の流量は、安家一岩泉地区の竜泉洞湧水の流況から推定すると豊水量より若干低い値と思われる。長内川上流の大月峠の沢(SK18)は常時水無川で、玉沢(SK17)の流量0.101m³/secは合流点下流200-300mまでの間で全量伏流し水無川となる。水無川の状態は桃ノ木洞付近(SK10)まで続き、桃ノ木洞湧水と合流してからは下戸鎖(SK3a)までの間

第1表 （つづき）

測定番号	河川名及び測定位置	測 定 年月日 時分	水温 ℃	導電率 μS/cm	pH	RpH	pH4.8 アルカリ度 (ppm)	流 量 m ³ /sec
SK 12b	清水川南畑沢	53. 8. 9. 10:30						0.104
SK 13	清水川湧水	52. 9.13. 13:00	12.2	139	7.6	7.6	80	
"	"	52. 9.18. 10:30	12.3	128	7.7		72	0.0321
"	"	53. 8. 9. 10:25	12.3	118	7.5	7.7	60	0.016
"	"	54 .8. 7.	11.7	148	7.6	7.7	76	0.0372
SK 14	細 野	52. 9.18. 13:30	14.0	34	7.0	7.0	16	0.1517
"	"	53. 8. 9. 12:40						0.059
SK 15	端神大久保	52. 9.18. 13:00	14.1	31	6.9	7.0	13	0.224
"	"	53. 8. 9. 11:00	17.4	42	6.9	7.2	17	0.052
SK 16	端神湧水	52. 9.13. 13:40	11.7	170	7.7	7.7-7.8	115	
"	"	52. 9.18. 11:30	11.2	165	7.6	7.7	108	0.083
"	"	53. 8. 9. 11:20	11.7	160	7.3	7.7	94	0.021
"	"	54. 8. 7.	11.4	160	7.5	7.6	106	0.1465
SK 16b	端神湧水の上流側	52. 9.18. 11:50	12.6	180	7.7	7.7	117	0.0177
SK 17	玉 沢	52. 9.17. 13:20	13.2	32	7.0	7.0	13	0.1009
"	"	53. 8. 8. 13:45						0.037
"	"	54. 8. 7.	14.1	33				0.1345
KD 2	氷渡洞湧水	52. 9.12. 13:00	10.3	131	7.6	7.8	90	0.0861+α
"	"	52. 9.17. 10:40	10.1	125	7.6	7.7	83	0.0852+α
"	"	53. 8. 8.	9.4	135	7.5	7.8	78	0.0565
"	"	54. 8. 4.	9.8	128				0.0832
"	"	54. 8. 5. 13:00	9.7	130	7.6	7.7	73	
KD 5	元村湧水	52. 9.10. 13:10	10.5	77	7.5	7.6	80	0.8099
"	"	52. 9.17. 11:30		135				0.4907
"	"	53. 8. 8. 10:30	9.9	145	7.5	7.8	84	0.1399
"	"	54. 8. 4.	9.8	153				0.3065
"	"	54. 8. 5. 11:25	9.7	168	7.6	7.8	93	
"	"	54. 8. 7.	9.6	162	7.5	7.6		1.0454
KD 5b	元村郵便局前湧水	52. 9.17. 10:00	10.5	133	7.6	7.7	90	

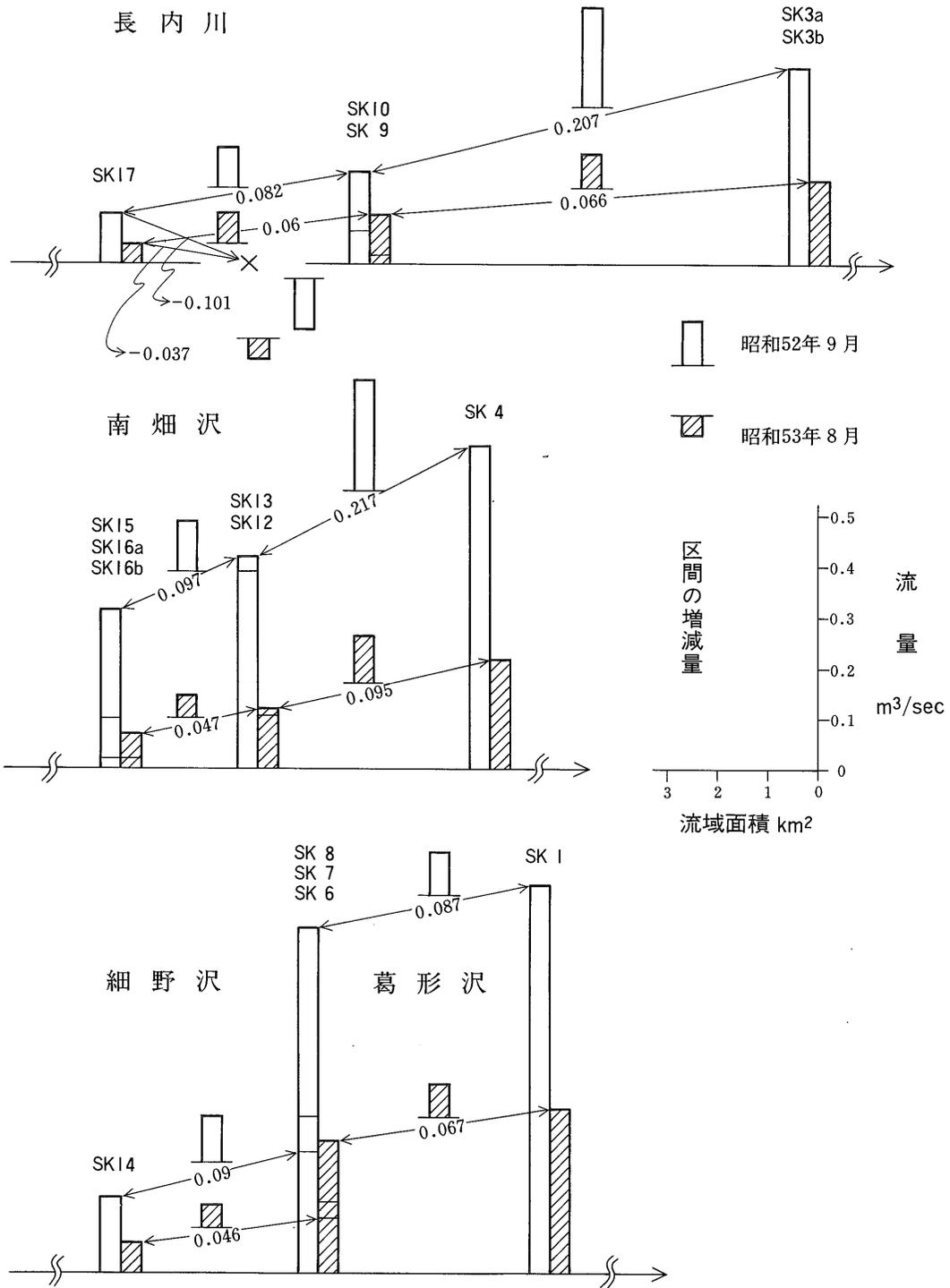
で流量が増加する。南畑沢の清水川(SK12)と下戸嶺(SK4)間の流量増加が最も大きい。安家側流量は0.653 m³/sec, 久慈側流量は1.77 m³/secでその割合は1:2.71である。

昭和53年8月の流量測定は8日と9日に行った。降水は6日26 mm, 9日に21mmが記録されているが、同一地点での両日の流量測定結果はほぼ同じ値である。昭和53年は渇水年であり竜泉洞湧水の流況からみると調査時の流量は低水量を示していたと考えられる。各区間の流量の増減傾向は、昭和52年と同様であるが上流側流量に対する増加量の割合は1区間を除き昭和53年が高い値を示す。安家側流量は0.26 m³/sec, 久慈側流量は0.699 m³/secでその割合は1:2.69となり、昭和52年9月17-18日の豊水時の割合1:2.71とほとんど変わらない。

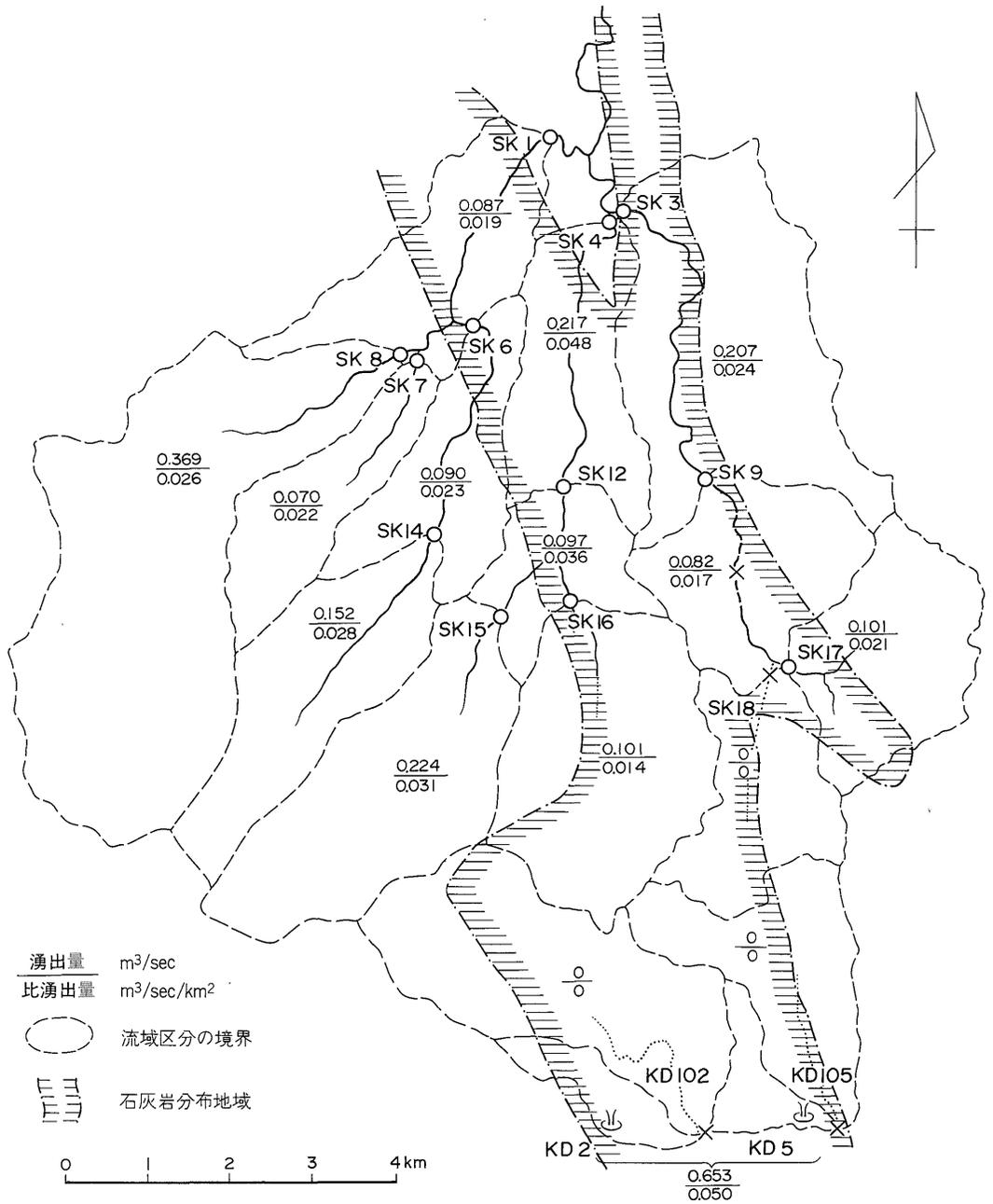
4.3 比湧出量

第2表に比湧出量を示した。ここで比湧出量とはある地域における地下水の湧出量をその地域の面積で除したものを言う。なお比湧出量の単位(m³/sec/km²)の記載は以下省略して取扱う。

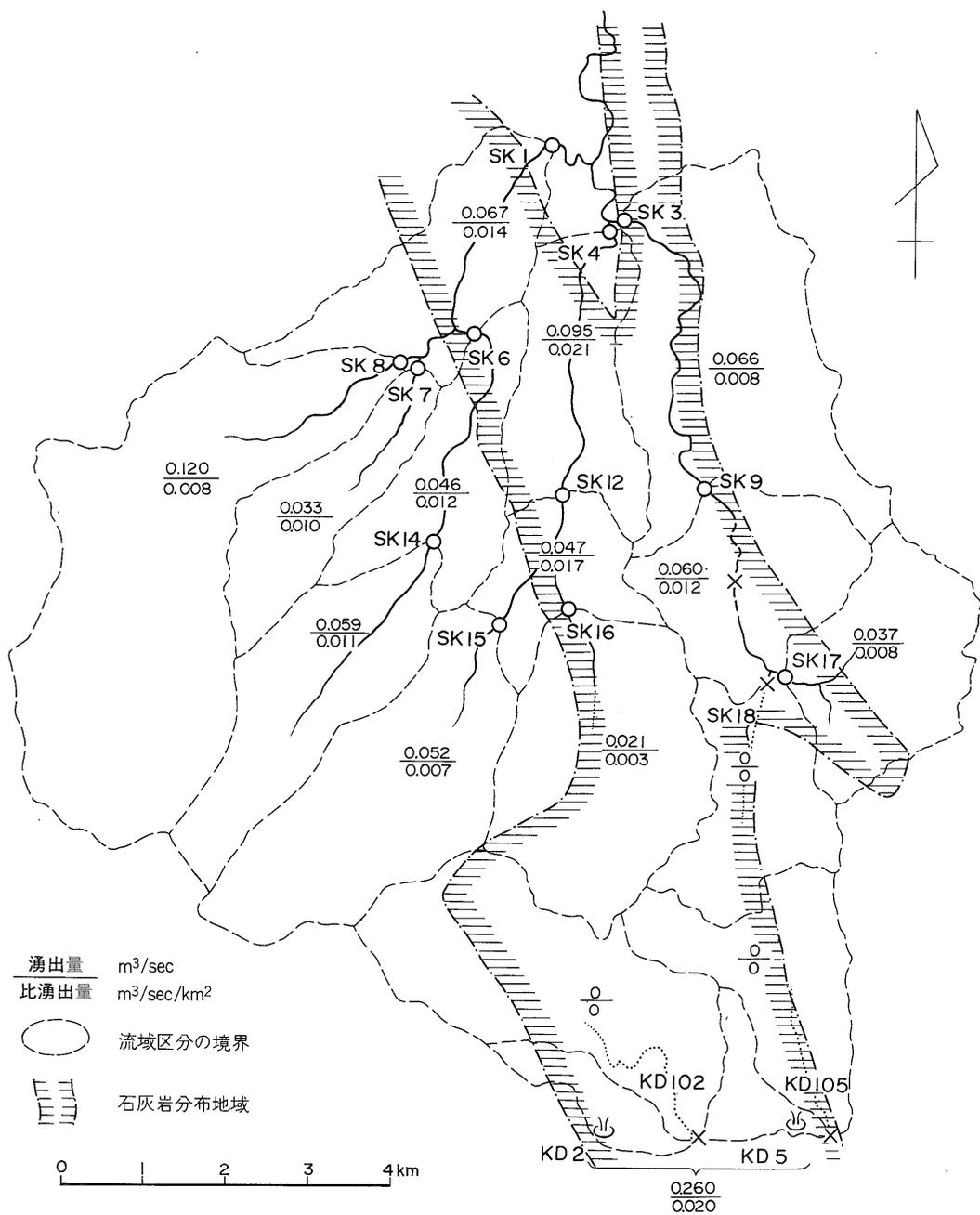
本地域は次の3地域に大別される。安家側石灰岩流域(KD2・KD5), 久慈側石灰岩流域(SK1・SK3・SK4・SK6・SK9・SK12・SK16・SK17・SK18), 及び西方4流域(SK7・SK8・SK14・SK15)で、前二者を合せたものを全石灰岩流域と呼ぶことにする。安家側石灰岩流域の面積は13 km²で石灰岩分布率は71%, 久慈側石灰岩流域のそれは45 km²・63%であり水文地質的な条件は同様なものともてよい。それに対し、西方4流域はおもに花崗岩類, 砂岩, 粘板岩などからなり石灰岩分布率は15%であ



第7図 河川縦断方向の流量の増減



第8図 安家以北地区の比湧出量 その1 (昭和52年9月)

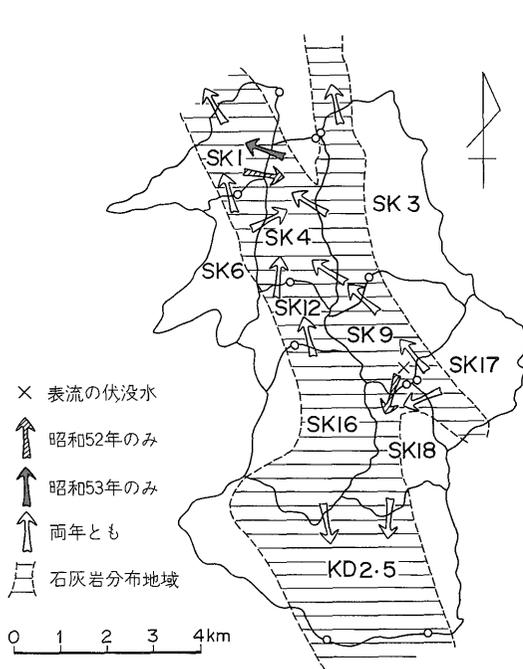


第9図 安家以北地区の比湧出量 その2 (昭53年8月)

第2表 安家以北地区の比湧出量

流域名	流域面積	石灰岩分布率 %	昭和52年		昭和53年	
			湧出量	比湧出量	湧出量	比湧出量
安家側石灰岩流域	13.0	71	0.65	0.050	0.26	0.020
久慈側石灰岩流域	45.5	63	0.98	0.022	0.44	0.010
西方4流域	30.2	15	0.82	0.027	0.26	0.008
全石灰岩流域	58.5	66	1.63	0.028	0.70	0.012

単位 流域面積 km²: 湧出量 m³/sec: 比湧出量 m³/sec/km²

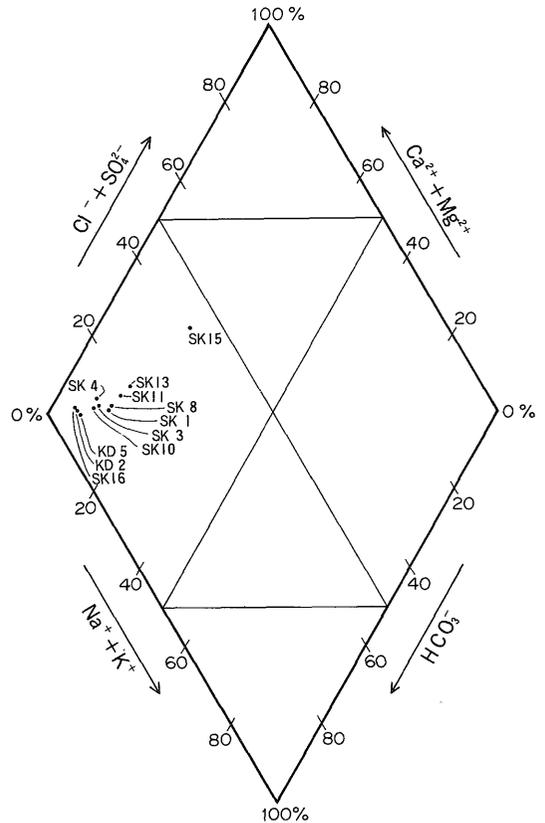


第10図 各流域間における仮定の地下水流出方向

る。また石灰岩は流域の上一中流部に分布し本報告で対象としている石灰岩流域とは水文的に直接関係しない。そこで地区別の地下水収支試算ではこの地域を除外した。

安家側石灰岩流域の比湧出量は52年が0.05, 53年が0.02であり久慈側石灰岩流域の2倍以上を示す。全石灰岩流域の比湧出量は昭和52年が0.029, 53年が0.0123(前年の43%)である。西方4流域は52年が0.027, 53年が0.008(前年の33%)である。西方4流域に対する全石灰岩流域の比湧出量の比率は52年が107%, 53年が154%である。

第8・9図に地区別の比湧出量を示した。石灰岩流域の比湧出量は52年は0-0.05, 53年は0-0.021を示し各流域の差が大きい。大きい値を示す流域は安家側石灰岩流域(KD2・5)と南畑沢下戸鎖流域であり、小さい流域は長内川上流流域(SK18)と南畑沢上流流域(SK16)である。このような比湧出量分布は、岩泉—安家地区(岸



第11図 水質組成(キーダイアグラム)

か, 1981)における石灰岩地帯の比湧出量分布とよく似た傾向を示しており, 安家以北地区でも地下流域は地形流域と必ずしも一致しない。以下各流域間での地下水流入が第10図のものと仮定して各流域の収支を試算した。

計算手順は

$$\text{仮定比湧出量} \times \text{流域面積} = \text{計算湧出量}$$

$$\text{計算湧出量} - \text{実測湧出量} = \text{湧出量差}$$

湧出量差のマイナス分についてプラス分から補う。ただし下流域から上流域への流出は生じないとし、また地形・地質を考慮して次の条件を付した。

- 1) SK16からの流出はSK12への流出が優先する。

地質調査所月報(第35巻第3号)

第3表 石灰岩流域における地下水収支算出結果 その1

昭和52年							
流域名	流域面積	実測湧出量	計算湧出量	湧出量差	流出流域流出量	流入流域流入量	収支
SK 1	4.68	0.087	0.131	+0.044	SK 4 0.011		0.033
" 3	8.70	0.207	0.244	+0.037	SK 4 0.019		0.018
" 4	4.55	0.217	0.127	-0.090		SK 1 SK 3 SK 6 0.011 0.019 0.019	-0.041
" 6	3.90	0.090	0.109	+0.019	SK 4 0.019		0
" 9	4.93	0.147	0.138	-0.009			-0.009
" 12	2.72	0.097	0.076	-0.021		SK 16 0.021	0
" 16	7.34	0.101	0.206	+0.105	SK 12 KD 2.5 0.021 0.084		0
" 17	4.83	0.101	0.135	+0.034	KD 2.5 0.034		0
" 18	3.80	0.0	0.106	+0.106	KD 2.5 0.106		0
KD 2.5	13.00	0.653	0.364	-0.289		SK 16 SK 17 SK 18 伏没 0.084 0.034 0.106 0.065	0
合計		1.635	1.636	+0.401 -0.400	仮定比湧出量 0.0280 m ³ /sec/km ²		
昭和53年							
流域名	流域面積	実測湧出量	計算湧出量	湧出量差	流出流域流出量	流入流域流入量	収支
SK 1	4.68	0.067	0.056	-0.011		SK 6 0.001	-0.010
" 3	8.70	0.066	0.104	+0.038	SK 3 0.019		+0.019
" 4	4.55	0.095	0.055	-0.040		SK 9 SK 3 0.013 0.019	-0.008
" 6	3.90	0.046	0.047	+0.001	SK 1 0.001		0
" 9	4.93	0.060	0.059	-0.001	SK 4 0.013	SK 17 0.014	0
" 12	2.72	0.047	0.033	-0.014		SK 16 0.014	0
" 16	7.34	0.021	0.087	+0.066	SK 12 KD 2.5 0.014 0.052		0
" 17	4.83	0.037	0.058	+0.021	KD 2.5 SK 9 0.007 0.014		0
" 18	3.80	0.0	0.046	+0.046	KD 2.5 0.046		0
KD 2.5	13.00	0.260	0.155	-0.105		SK 16 SK 17 SK 18 0.052 0.007 0.046	0
合計		0.699	0.700	+0.172 -0.171	仮定比湧出量 0.0120 m ³ /sec/km ²		

- 2) SK3 から SK4 への流出は湧出量差の1/2とする。
 3) SK1 から SK4 への流出は湧出量差の1/4とする。
 ただし昭和53年は SK4 から SK1 へ流出する。

仮定比湧出量を全石灰岩流域の比湧出量(52年…0.0280, 53年…0.0120)としたときの結果が第3表である。収支についてみると52年はSK9が-0.009 m³/sec SK4が-0.041 m³/sec, 53年はSK4が-0.008 m³/sec SK1が-0.010 m³/secである。収支がマイナスを示す

のは仮定比湧出量としたものが実際の比湧出量に比べて過少であるためと考えられるので仮定比湧出量を0.0001ずつ増やし、収支がマイナスにならなくなるまで繰返し計算を行った。その結果が第4表である。52年は仮定比湧出量を0.0290としたとき収支のマイナスが無くなり、この時に久慈側石灰岩流域(SK16・SK17・SK18・伏没水の一部)から安家側石灰岩流域に流出する地下水は0.276m³/secである。一方、SK3からは0.023 m³/secが

第4表 石灰岩流域における地下水収支算出結果 その2

昭和 52 年							
流域名	流域面積	実測湧出量	計算湧出量	湧出量差	流出流域流出量	流入流域流入量	収 支
SK 1	4.68	0.087	0.136	+0.049	SK 4 0.012		0.037
" 3	8.70	0.207	0.252	+0.045	SK 4 0.022		0.023
" 4	4.55	0.217	0.132	-0.085		SK 1 SK 3 SK 6 SK 9 0.012 0.023 0.022 0.028	0
" 6	3.90	0.090	0.113	+0.023	SK 4 0.023		0
" 9	4.93	0.115	0.143	+0.028	SK 4 0.028		0
" 12	2.72	0.097	0.079	-0.018		SK 16 0.018	0
" 16	7.34	0.101	0.213	+0.112	KD 2.5 SK 12 0.094 0.018		0
" 17	4.83	0.101	0.140	+0.039	KD 2.5 0.039		0
" 18	3.80	0.0	0.110	+0.110	KD 2.5 0.110		0
KD 2.5	13.00	0.653	0.377	-0.276		SK 16 SK 17 SK 18 伏没 0.094 0.039 0.110 0.033	0
合 計		1.635	1.695	+0.406 -0.379	仮定比湧出量 0.0290 m ³ /sec/km ²		
昭和 53 年							
流域名	流域面積	実測湧出量	計算湧出量	湧出量差	流出流域流出量	流入流域流入量	収 支
SK 1	4.68	0.067	0.058	-0.009		SK 4 0.009	0
" 3	8.70	0.066	0.107	+0.042	SK 4 0.021		0,021
" 4	4.55	0.095	0.056	-0.039	SK 1 0.009	SK 3 SK 12 SK 9 SK 6 0.021 0.002 0.023 0.002	0
" 6	3.90	0.046	0.048	+0.002	SK 4 0.002		0
" 9	4.93	0.060	0.061	+0.001	SK 4 0.023	SK 17 0.022	0
" 12	2.72	0.047	0.033	-0.014	SK 4 0.002	SK 16 0.016	0
" 16	7.34	0.021	0.090	+0.069	SK 12 KD 2.5 0.016 0.053		0
" 17	4.83	0.037	0.059	+0.022	SK 9 0.022		0
" 18	3.80	0.0	0.047	+0.047	KD 2.5 0.047		0
KD 2.5	13.00	0.260	0.160	-0.100		SK 16 SK 18 0.053 0.047	0
合 計		0.699	0.719	+0.183 -0.162	仮定比湧出量 0.0123 m ³ /sec/km ²		

下流長内川沿いの石灰岩流域に流出している。またSK1からは0.037 m³/sec が北側の石灰岩流域に流出している。53年は仮定比湧出量が0.123で収支のマイナスが無くなり、この時の久慈側石灰岩流域(SK16, SK18)から安家側石灰岩流域に流出する地下水量は0.100 m³/secである。またSK3からは0.021 m³/secが下流側の石灰岩流域に流出している。このように安家側石灰岩流域の湧

水量(元村湧水・氷渡洞湧水)はその40%が久慈側石灰岩流域の地下水によって補給されている。また地下流域の面積としては52年が22.5 km², 53年が21.1 km²となり、安家側石灰岩流域の地形上の流域面積13 km²との差、すなわち52年は9.5 km², 53年は8.1 km²が久慈側石灰岩流域に食い込んでいる。

第5表 水 質

位置番号	名	種類	採水年月日	導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	水 温 ($^{\circ}\text{C}$)	pH	RpH
SK1	保礼羅葛形沢	R	53. 8. 9	146	18.1	7.6	7.8
SK3a	下戸鎖長内川	R	52. 9. 17	125	12.9	7.9	7.9
"	"	R	53. 8. 8	157	17.0	7.7	7.9
SK3b	下戸鎖湧水	S	54. 8. 7	188	11.1	7.4	7.5
SK4	下戸鎖南畑沢	R	52. 9. 17	128	13.4	7.9	7.9
"	南 畑 沢	R	53. 8. 8	160	17.7	7.7	7.9
SK8	葛形葛形沢	R		121	17.4	7.4	7.6
SK10	桃ノ木洞湧水	S	52. 9. 17	145	9.7	7.5	7.6
"	"	S	53. 8. 8	147	11.4	7.3	7.6
"	"	S	54. 8. 5	138	11.2	7.4	7.5
"	"	S	55.10.29	232	9.4	7.6	7.7
SK11	赤間立湧水	S	52. 9. 17	58	10.4	7.8	7.6
"	"	S	53. 8. 8	103	10.1	7.5	7.6
"	"	S	54. 8. 5	86.7	10.0	7.8	7.6
SK13	清水川湧水	S	52. 9. 13	139	12.2	7.6	7.6
"	"	S	53. 8. 9	153	12.3	7.5	7.7
"	"	S	54. 8. 7	192	11.7	7.6	7.7
SK15	端神大久保	R	52. 9. 18	31	14.1	6.9	7.0
"	"	R	53. 8. 9	48.7	17.5	6.9	7.2
SK16a	端神湧水	S	52. 9. 13	170	11.7	7.7	7.8
"	"	S	53. 8. 9	211	11.7	7.3	7.7
"	"	S	54. 8. 7	235	11.4	7.5	7.6
KD2	水渡洞湧水	S	52. 9. 12	131	10.3	7.6	7.6
"	"	S	53. 8. 8	190	9.4	7.5	7.8
"	"	S	54. 8. 5	172	9.7	7.6	7.7
"	"	S	55.10.29	184	9.3	7.7	7.5
KD5a	元村湧水	S	52. 9. 10	77	10.5	7.5	7.6
"	"	S	53. 8. 8	193	9.9	7.5	7.8
"	"	S	54. 8. 5	219	9.7	7.6	7.8
"	"	S	55.10.29	180	9.7	7.6	7.6

種類の欄 S…湧水, R…河川水

5. 水 質

本地域では各調査年毎に現地において水温、導電率、pH、RpH、及びpH4.8アルカリ度について多数の分析・測定を行ったが、そのうち試料を持帰り室内分析を行ったのは12地点30試料である。現地での測定結果は第1表に、室内分析結果は第5表に示した。室内分析の地点数は53年8月が11地点、次いで52年9月9点である。採水当時の河川・湧水の流況は52年が豊水量より若干少なく、53年は低水量、54年・55年が豊水量(一部は平水量)であった。第11図は53年8月採取の水質分析結果から作成したキーダイヤグラムである。また第12図は53年(一部52年を含む)の導電率と HCO_3^- との関係である。こ

の図から本地域の水質は石灰岩グループ、非石灰岩グループ、中間グループの3つのタイプに分けられる。石灰岩グループは石灰洞から湧出する地下水と、石灰岩から発源し、石灰岩流域のみを流下する表流水とであり、 $\text{Ca}^{2+} \cdot \text{HCO}_3^-$ が全溶存イオンの90%以上を占め、典型的な重炭酸カルシウム型の水質で、pH7.5-7.9、溶存成分量は3つのタイプの中で最も多い。非石灰岩グループは、石灰岩が分布しない、主に砂岩・粘板岩及び花崗岩類などの分布地域を流域とする表流水で、pH6.9-7.0、 HCO_3^- は0.4epm以下、溶存成分量は極めて少ない。中間グループは前二者の混合した水質である。中間グループのうち、SK9は石灰岩から発源する表流水、SK11は石灰岩の裂カからの湧水である。SK11が中間グルー

分 析 結 果

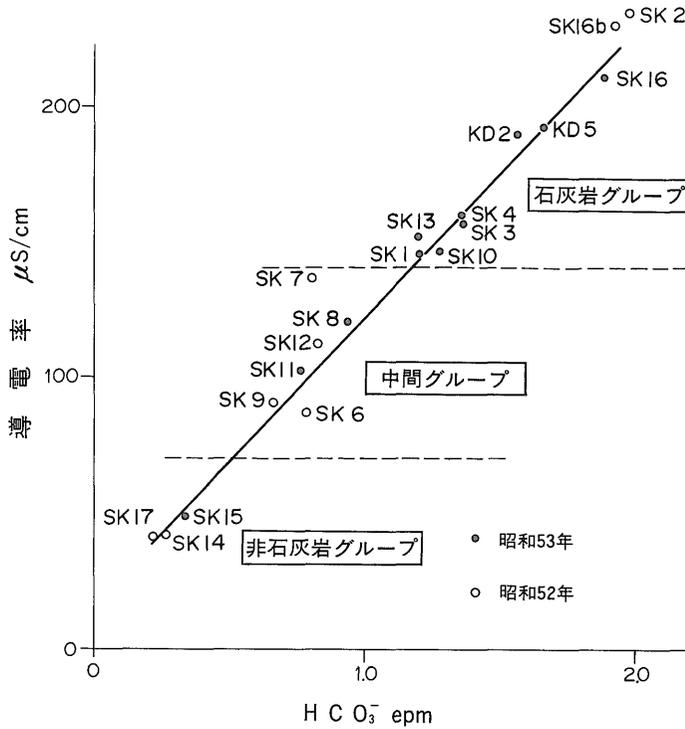
M アルカリ度 epm	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	流 量 m ³ /sec
1.20	3.3	4.5	3.8	1.00	22.7	1.28	14.0	0.768
1.42	4.2	2.2	3.4	0.7	28.8	1.5		0.389
1.36	3.6	2.8	3.8	0.87	24.7	1.30	13.0	0.163
1.58	3.4	4.3	3.5	0.74	32.1	1.4	11.8	0.022
1.52	2.8	2.2	3.3	0.6	29.8	1.2		0.614
1.36	2.8	3.0	4.2	0.84	24.8	1.15	14.4	0.208
0.94	3.0	3.2	3.4	0.92	18.0	1.05	13.0	0.120
1.01	3.8	5.4	2.5	0.6	42.2	1.8		0.118
1.24	3.1	2.4	3.4	0.58	23.0	1.28	13.2	0.083
1.19	3.6	4.0	3.6	0.71	21.8	1.3	12.2	0.196
2.01	3.6	5.6	2.5	0.51	36.5	1.69	9.9	
0.62	3.2	1.0	3.2	0.4	12.2	1.0		
0.76	3.5	1.4	3.7	0.49	12.8	1.10	14.8	
0.60	3.8	3.0	3.6	0.50	12.1	1.1	13.9	
1.60	3.4	6.3	5.7	0.7	31.5	1.2		0.032
1.19	3.6	5.7	6.9	0.65	22.1	1.00	18.0	0.016
1.52	4.0	6.1	6.0	0.69	30.9	1.3	15.9	0.037
0.26	1.8	0.4	3.0	0.4	4.2	0.6		0.224
0.34	2.4	1.2	3.8	0.65	4.0	0.70	16.4	0.052
2.30	2.6	3.4	2.5	0.5	44.8	1.4		0.083
1.88	2.5	2.4	3.2	0.52	36.2	1.30	14.8	0.021
2.12	2.3	4.0	2.7	0.53	43.0	1.4	12.4	0.147
1.80	4.0	2.4	2.4	0.5	36.9	1.4		0.086
1.56	2.4	2.0	2.7	0.42	30.2	1.25	12.0	0.057
1.46	2.8	3.7	2.7	0.51	28.8	1.3	10.8	0.083
1.62	2.9	4.2	2.3	0.44	27.8	1.25	11.2	
1.60	2.6	1.4	2.2	0.5	31.6	1.4		0.81
1.67	2.7	2.5	2.6	0.40	32.2	1.45	9.0	0.14
1.86	3.0	4.3	2.5	0.44	37.8	1.6	8.2	0.307
1.56	3.2	4.5	2.4	0.47	27.5	1.37	9.5	

プの水質を示すのは、この上流で非石灰岩の水質の表流水が伏没し、それと石灰岩地下水が混合して湧水となっているためである。また同じ理由から桃ノ木洞湧水もときによって中間グループに近い水質を示すことがある。

第13図は質量組成を表示するヘキサダイアグラムである。一般に地表水では豊水時には雨水の地表流出によって希釈されるため溶存成分が少なく、低水時には、地下水の流出などで溶存成分が増加する。しかし本地域での採取試料はほとんどが石灰岩からの湧水、あるいはその混合した表流水であり、図に示す通り53年の低水時の方が溶存成分が少ない。これは裂カ・空洞・地下池等、石灰岩地域特有の水理地質機構によるものと考えられるが、その原因についてはさらに長期の分析結果が必要と思われる。

6. ま と め

安家以北の石灰岩分布流域のうち南半分の4流域は、降水の大部分が直接浸透して地下水となるため河川(沢)は水無川となっているかもしくはきわめて流量が少ない。長内川の上流では非石灰岩流域からの表流水が石灰岩地域を通過中に全量伏没し地下水となる。久慈側石灰岩流域の中一下流と安家側石灰岩流域の下流に大小の湧水が散在し、そのうち元村湧水が最も量が多い。西方4流域に対する全石灰岩流域の比湧出量は昭和52年が107%、53年が153%を示し、石灰岩流域は湧水時に地下水貯留能力がとくに高い比率を示すものと考えられる。小分割した流域の比湧出量についてみると西方4流域では



第12図 導電率とHCO₃⁻の関係

平均値±0.003あるいは±0.006以内でそれほどの差はない。それに対し石灰岩流域では0-0.05あるいは0-0.02を示しその差がきわめて大きい。特に安家側石灰岩流域の値が高く全石灰岩流域値の2倍近くになっている。安家側石灰岩流域と久慈側石灰岩流域とは水文地質的には一つの流域(地下流域)を構成し、久慈側石灰岩流域から安家側石灰岩流域へ豊水時0.276 m³/sec及び低水時0.1 m³/secの地下水が流出している。この地下水は水渡洞湧水と元村湧水から地表に湧出している。このように本地区では稜線の地下を北から南に向かって地下水が流動しており、岩泉—安家地区の本田川流域と江川流域の関係(岸ほか, 1981)と類似している。これは安家石灰岩地域の特徴で石灰岩層の地質構造を反映しているものと考えられる。本報告は主として昭和52・53年の現地調査から求めた比湧出量値に基づいて石灰岩地域の水文地質機構と地下水収支の一端を明らかにしたが、必ずしも十全なものではない。今後さらに多数回の調査を行うとともに新たな手法をも加えることが課題である。本報告が石灰岩地域の水文地質研究の一助ともなれば幸いである。

文 献

岸 和男・石井武政・永井 茂(1981) 岩手県安家

石灰岩地域の水文地質—岩泉・安家地区。地調月報, vol. 32, p. 365-395.

小貫義男(1981) 北上山地。北上川流域地質図(二十万分之一)及び同説明書。長谷地質調査事務所, 仙台, p. 5-223.

杉本幹博(1972) 北部北上山地, 葛巻構造線および田老構造線について。東北大地質古生物研究邦文報告, no. 73, p. 97-109.

——(1980) 北部北上山地, 安家—岩泉地域の地質構造(概要)。日本列島北部における地向斜および構造帯区分の再検討(総研A報告書), p. 37-44.

東北経済開発センター(1978) 安家石灰岩地帯における自然環境の特質とその保全。自然環境保全特別調査, 岩手県, p. 23-51.

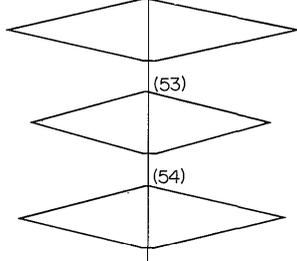
豊原富士夫・植杉一夫・木村敏夫・伊藤谷生・村田明広・岩松 暉(1980) 北部北上山地—渡島半島の地向斜。日本列島北部における地向斜および構造帯区分の再検討(総研A報告書), p. 27-36.

(受付: 1983年10月18日; 受理: 1984年1月25日)

epm 2 1 0 1 2 epm

SO₄²⁻ ← (Fe, Mn) →
 HCO₃⁻ ← Cd²⁺ + Mg²⁺ →
 Cl⁻ ← Na⁺ + K⁺ →

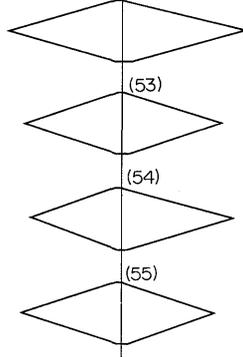
(53) --- 採水年
 SK 16 端神湧水
 (52)



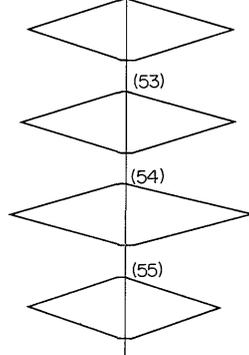
SK 3b 下戸鎖湧水
 (54)



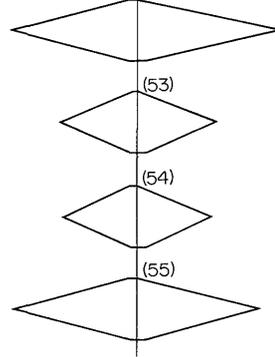
KD 2 氷渡洞湧水
 (52)



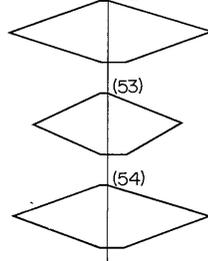
KD 5 元村湧水
 (52)



SK 10 桃ノ木洞湧水
 (52)



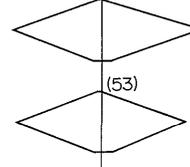
SK 13 清水川湧水
 (52)



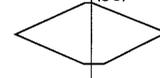
SK 4 下戸鎖南畑沢
 (52)



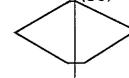
SK 3 下戸鎖長内川
 (52)



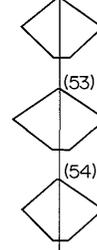
SK 1 保礼羅葛形沢
 (53)



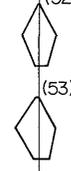
SK 8 木売内葛形
 (53)



SK 11 赤間立湧水
 (52)



SK 15 端神大久保
 (52)



岩手県安家石灰岩地帯の水文地質 (岸 和男・石井武成・永井 茂)

第13図 水質の年変化(ヘキサダイアグラム)