

シロカキ用水量の構成要素に関する調査研究

—矢作川用水のシロカキ用水量に関する検討—

東田 浩一*・水谷 正一・木本 凱夫

A Study of the Elements of Water Requirement for Rice Field Preparation

—An Investigation and Experiment in the YAHAGIGAWA Water Use District—

Kouich SOKUDA, Masakazu MIZUTANI and Yoshio KIMOTO

目 次

I. ま え が き

- I. まえがき
- II. 調査地区の概要とその特性
 - 1. 調査地区の位置及び地理的・地形的条件
 - 2. 土性
 - 3. 調査時点の環境条件
- III. シロカキ用水量と水収支機構
 - 1. シロカキ用水量
 - 2. 蒸発量
 - 3. 水はり水深
 - 4. 土湿増加量
 - 5. 地下浸透量
- IV. 測定結果
 - 1. シロカキ用水量
 - 2. 蒸発量
 - 3. 水はり水深及び土湿増加量
 - 4. 集計及び地下浸透量
- V. 結果の考察
 - 1. 立地特性とシロカキ用水量の関係について
 - 2. 作土厚の変化の影響について
- VI. まとめ
- 補論. 矢作川の河床低下と地下水位について
 - 1. 矢作川の河床低下について
 - 2. 河床低下と地下水位の変化について
- 参考文献

水田のシロカキ時における取水は、限られた時期に行なわれ、かなりの量の水が必要とされる。既往の調査資料から湿田80～120mm、乾田100～180mm、漏水田150～250mmで全国平均は100～150mm程度と一応の目安は立てられており、若干の実測データも報じられている¹⁾。しかしこの量がいかなる理由によって定められたかは必ずしも明らかではなく、また実際の適用においても判断に迷うことが多い。

本調査研究の目的は、土性や地下水位等、水田の立地特性とシロカキ用水量との関係を把握することにより、シロカキ用水量がいかなる条件に支配されているかを明らかにし、同時にシロカキ時における水田の水収支機構を解明することにある。なお補論において、昭和30年代以降現在に至るまでの矢作川の河床低下およびそれに起因した地下水位変動を各種の既存資料にもとづいて分析し、本文の内容を補った。また本調査研究は、矢作川用水地区全体のシロカキ用水量を把握するための基礎資料となるものである。

II. 調査地区の概要とその特性

調査は3地区について行なった。それらの概要と立地特性は以下の様なものである。

1. 調査地区の位置及び地理的・地形的条件

3地区の位置図は「水田用水における期別必要取水量の算定に関する研究」図7-1による。

昭和55年6月30日 受理

*現三重大学農学系大学院

ⅰ. 上郷地区

矢作川右岸で、河口部より約30kmの所で、矢作川第二用水事業地区の最上流部に位置する。以前の河道部分であり、一般に漏水田と言われる田である。地形的には氾濫平野に属する。

ⅱ. 高橋地区

矢作川左岸で、河口部より約16kmの所で、矢作川第二用水事業地区の中流部に位置する。地形的には沖積平野に属する。

ⅲ. 村高地区

矢作川右岸で、河口部からの距離は高橋地区とほぼ同じ位置にある。地形的には氾濫平野に属し、洪積台地と矢作川とに挟まれている。

2. 土 性

ⅰ. 土壌断面調査

各地区の深さ方向の各層における土色、礫含有率、土

質分類、透水係数、カンガイ期の地下水位の位置等の一覧を表-1~3に示した。

これらの表から、各地区の耕盤と考えられる第2層より下の部分(心土)に、特徴的な差が認められる。この点については、土質分類と透水係数の面から次にやや詳しく吟味する。

ⅱ. 土質分類

各地区のJIS規格における礫、砂、シルト、粘土の含有割合と土質分類を各層についてまとめたものが表-4である。これらの数値を視覚的に理解するために、粒径加積曲線と三角座標表示を用い、図-1~5に示した。特に図-3からは、各地区のおおよその土質分類が、上郷地区砂または砂質ローム、高橋地区砂質ロームまたは粘土質ローム、村高地区シルト質ロームまたはシルト質粘土ローム及び粘土であることがわかり、粒子は上郷、高橋、村高の順に細かくなっていることが示される。

ところが作土は上郷、高橋地区が砂質ローム、村高地

表-1 土壌断面調査(上郷)

調査地点			上郷	耕作者	都築重男	調査日	1979年 11月16日	天候	晴	
調査前の気候			晴	地形	氾濫平野	10a当りの平均収量		8.5俵		
深さ (cm)	層 番号	地下 水位	植斑 物 根紋	土 色	礫 含量 (%)	土 質 分 類	山 硬 中 度 式 (mm)	透 水 係 数 (cm/sec)		
10	1	▽ ≡	赤褐色管状 斑紋	5Y 黄	3/2 黒	9	砂質ローム	15.8	1.52×10^{-3} 4.67×10^{-6}	
20	2		斑紋が多 くなる 根の下限	5Y 黄	1/4 灰	11	砂質ローム	19.9	3.19×10^{-4}	
30										
40	3		斑紋なし	10YR 淡黄褐	3/2 灰	31	砂	8.2	1.38×10^{-1}	
50										
60										
70	4				7.5YR 橙	3/8	33	砂	1.98×10^{-1}	
80										
90	5					2.5Y 暗黄褐	1/4	0	砂	2.91×10^{-2}
100										
110	6		グライ層			7.5Y 黄	1/4 灰	0	砂質ローム	6.53×10^{-6}
120										
130										
140										

※地下水位は、カンガイ期のものである(グライ層)。

表-2 土壌断面調査(高橋)

調査地点		高橋	耕作者	磯村 茂	調査日	1979年 11月16日	天候	晴時々 くもり
調査前の気候		晴	地形	沖積平野	10a当りの平均収量		7.5~9.0俵	
深さ (cm)	層 番号	地下 水位	植斑 物 根紋	土 色	礫 含量 (%)	土 質 分 類	山 硬 中 度 式 (mm)	透 水 係 数 (cm/sec)
10	1	▽ ≡	イネの根 存 在	2.5Y ½ 黄 褐 色	0	砂 質 ロ ー ム	14.3	4.45×10 ⁻⁴ 9.73×10 ⁻⁶
20	2			2.5Y ½ 7.5Y R ½ 灰・明橙褐	0	砂 質 ロ ー ム	21.2	4.11×10 ⁻⁵
30	3			同上で層状	1	ロ ー ム	22.3	6.34×10 ⁻⁶
40	3							
50	4		グライ層					
60				2.5Y ½ 暗 灰	0	粘 土 質 ロ ー ム	18.2	1.05×10 ⁻³
70								

表-3 土壌断面調査(村高)

調査地点		村高	耕作者	近藤源一	調査日	1979年 11月17日	天候	晴のち くもり
調査前の気候		晴	地形	氾濫平野	10a当りの平均収量		8.3俵	
深さ (cm)	層 番号	地下 水位	植斑 物 根紋	土 色	礫 含量 (%)	土 質 分 類	山 硬 中 度 式 (mm)	透 水 係 数 (cm/sec)
10	1	▽ ≡		7.5Y ¾ 黄黒(黄灰)	2	ロ ー ム	10.4	7.95×10 ⁻⁶ 3.25×10 ⁻⁶
20	2		根の下限	7.5Y ¾	10	砂 質 ロ ー ム	18.6	8.00×10 ⁻⁵
30	3		管状斑紋	7.5Y ¾	0.5	シルト質ローム	16.3	2.20×10 ⁻⁴
30	4		〃	7.5Y ¾	0	シルト質ローム	17.3	3.36×10 ⁻⁴
40	5		〃	7.5Y ¾	0	シルト質 粘土ローム	12.1	1.26×10 ⁻⁶
50	6		赤褐色斑紋 下層ほど赤い	7.5Y ¾	0	粘 土	19.4	7.22×10 ⁻⁷
70	6		グライ層					
80	7			7.5Y ¾ 黒	0	シルト質 粘土ローム	13.6	5.87×10 ⁻⁶
90								
100								

表-4 土質分類

(%)

地区	分類	粘土	シルト	砂	礫	JIS規格	日本農学会
		mm 0.005>	mm 0.005~0.074	mm 0.074~2.0	mm 2.0<	土質分類	法分類
上郷	作土(上)	2	27	63	8	砂質ローム	礫まじり砂土
	〃(下)	2	26	62	10	〃	〃
	2	5	18	66	11	〃	〃
	3	1	0	68	31	砂	〃
	4	0.5	0.5	66	33	〃	〃
	6	2	36	62	0	砂質ローム	〃
高橋	作土(上)	4	43	53	0	〃	砂土
	〃(下)	3	45	52	0	〃	〃
	2	6	30	64	0	〃	〃
	3	5	46	48	1	ローム	〃
村高	作土	9	46	43	2	ローム	砂壤土
	2	3	21	66	10	砂質ローム	礫まじり砂土
	3	5	57	37.5	0.5	シルト質ローム	砂土
	4	17	53	30	0	〃	壤土
	5	18	63	19	0	シルト質粘土ローム	〃
	6	33	49	18	0	粘土	埴壤土
	7	26	57	17	0	シルト質粘土ローム	〃

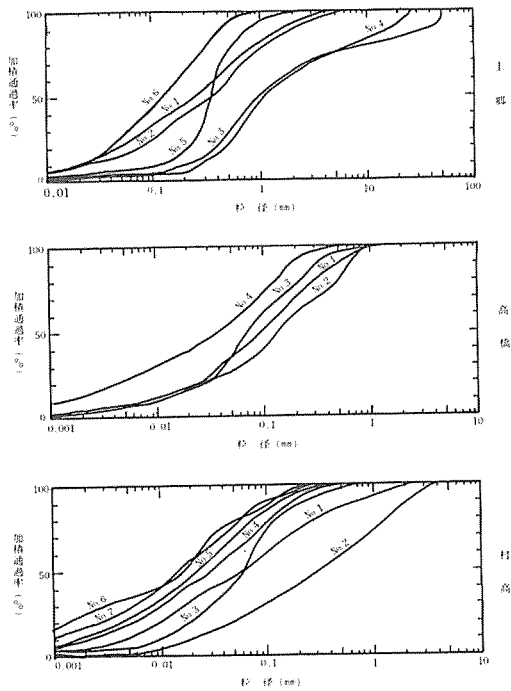


図-1 粒径加積曲線

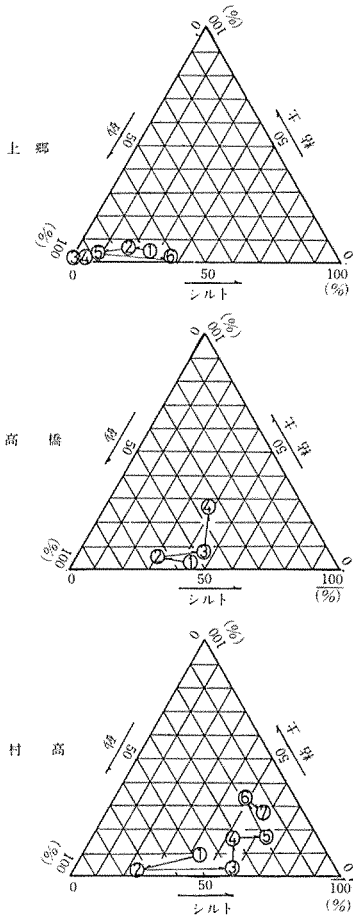
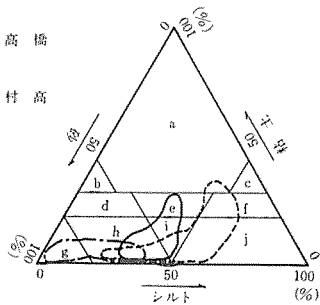


図-2 三角座標

- 上郷
- 高橋
- 村高



- a: 粘土
- b: 砂質粘土
- c: シルト質粘土
- d: 砂質粘土ローム
- e: 粘土質ローム
- f: シルト質粘土ローム
- g: 砂
- h: 砂質ローム
- i: ローム
- j: シルト質ローム

図-3 各地区の土質分類(三角座標)

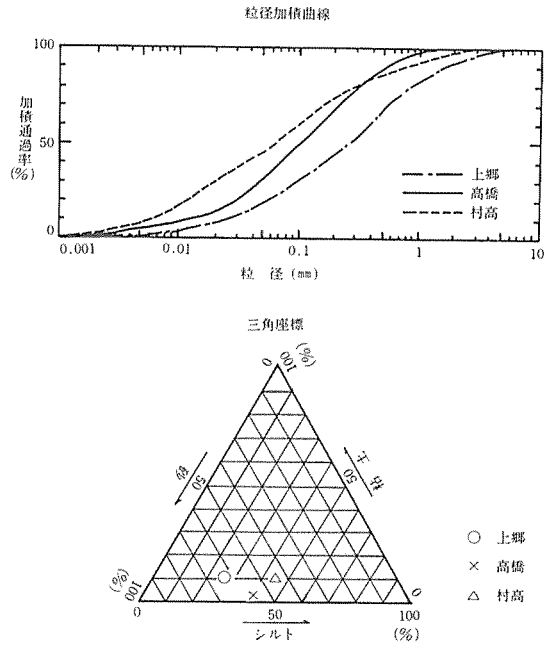


図-4 作土の土性

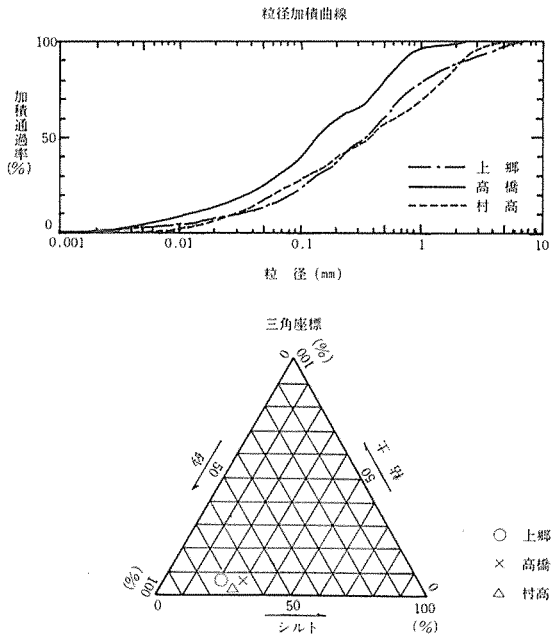


図-5 耕盤の土性

区がロームとほぼ似かよった土であり、また耕盤（第2層）については3地区とも砂質ロームである。このことは耕盤以上の土に、各地区の大きな相違が認められないことを示している（図-4～5参照）。

iii. 透水係数

表-1～3に各層の変水位透水試験の結果を示した。これらの数値より、各地区の全体の透水係数を計算した結果が表-5である。表より上郷、高橋、村高の順で透

水係数が小さくなっており、iiで述べた土性に対応していることがわかる。

また、深さ方向における透水係数の値を3地区について比較したものが、図-6である。この図においても、iiで見た作土、耕盤の土性が3地区とも類似しており、それらとよく対応していることがわかる。特に耕盤の透水係数はほぼ等しく、一般に良好な耕盤の透水係数の範囲（ $1 \times 10^{-4} \sim 10^{-5} \text{ cm/sec}$ ）にあることは、注目してよい。

心土の透水係数では、3地区の違いが大きく表われている。上郷地区の耕盤下の透水係数は、 $1 \times 10^{-1} \sim 10^{-2} \text{ cm/sec}$ であり、以前の河道部分であることから考えて、川砂のすぐ上に耕盤、作土があり、一般に漏水田と言われていることを裏付けている。

表-5 各地区の透水係数

地区	地下水位までの全体の透水係数 (cm/sec)
上郷	4.04×10^{-4}
高橋	2.02×10^{-6}
村高	1.71×10^{-6}

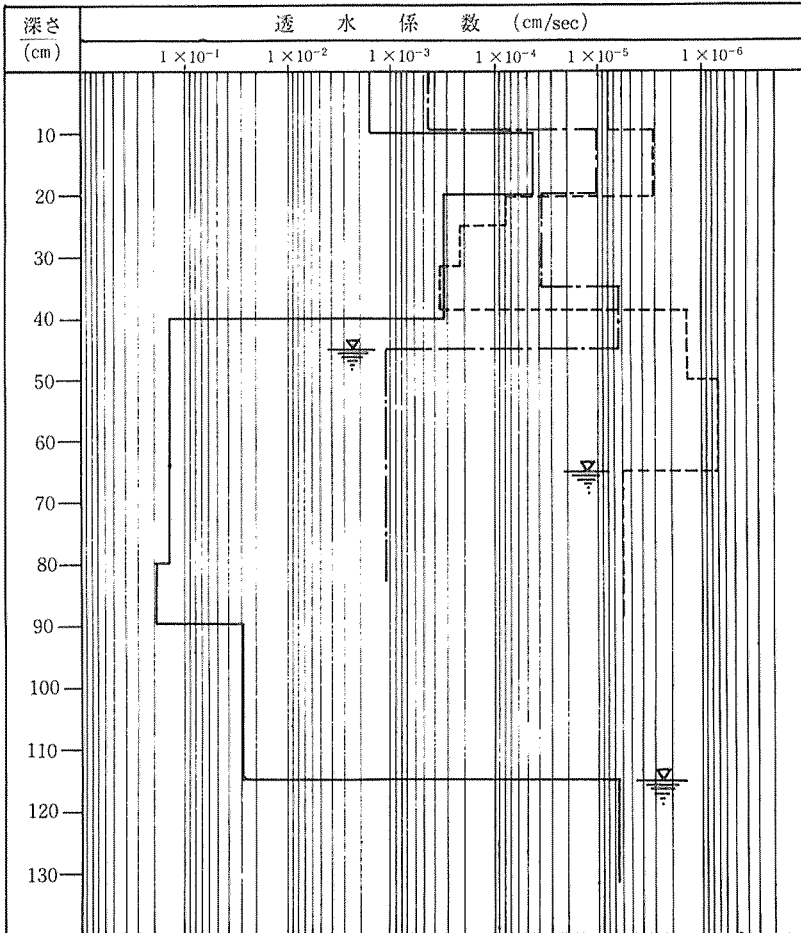


図-6 深さ方向における透水係数

- 上郷
- — — 高橋
- - - - 村高

表-6 地下水位と浸透形態

項目	地区		
	上郷	高橋	村高
耕盤から地下水位までのキョリ (cm)	75	10	30
土質分類 (JIS規格)	砂	ローム	シルト質粘土ローム 粘 土
毛管上昇高 ⁴⁾ (cm)	30 ~ 60	200 ~ 300	200 ~ 300
開放・閉鎖浸透	開放	閉鎖	閉鎖

iv. その他

土質分類等と関連して、各地区の地下水位の位置との関係について考えてみる。すなわち、耕盤より上の水と地下水とが水理学的に連続しているか否かという問題である。それには耕盤と地下水位との深さの差と、毛管水上昇高との関係について調べれば良い (表-6)。

表より高橋、村高地区では水理学的に連続であり閉鎖浸透であるのに対して、上郷地区では耕盤から下方で開放浸透を生じており、カンガイ水の地下浸透に対して耕盤の透水係数が支配的となっていることが読みとれる。また、一般にシロカキ前の耕盤は、キ裂、小動物及び植

⁵⁾物による穴等があるとされていることから考えて、上郷地区のシロカキ時における地下浸透量は、かなりの量になることが予想される。

3. 調査時点の環境条件

以上述べてきたことが、調査地区の概要とその特性であるが、ここでは今回の調査に限っての3地区の相違点を列挙する。

i. 調査時期と降雨状況

表-7に各地区の調査時期を、表-8にその測定日以前10日間の降雨状況を示した。

表-7 調査時期

期別	地区	上郷			高橋			村高			上郷 (その2)		
		上	郷	高	橋	村	高	上	郷	高	上	郷	高
シロカキ		6月1日	0:45	5月31日	20:20	5月27日	10:30	5月25日	9:00	5月27日	10:30	5月25日	9:00
		~6月2日	5:00	~6月1日	12:30	~同	16:30	~同	13:00				
中干し		7月26日		7月26日		—		—				—	
落水		11月16日		11月16日		11月17日		—				—	

(注) 上郷 (その2) 地区は、シロカキ用水量の測定は行ったが、h、qの測定をしておらず、また土壌断面等の立地特性の把握が十分でないことから、今回の報告では特に考慮しなかった。

表-8 降雨状況

シロカキ期

(mm)

月	日	5/15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	6/1	2
降	雨	1.0	9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.0	0	0	0	0	0	0	0

中干し期

月	日	7/16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
降	雨	0	56.8	0	0	2.8	0	0	0	0	0	0

落水期

月	日	11/6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
降	雨	0	0	0	0.5	7.0	0	0	0	0	0	0	0

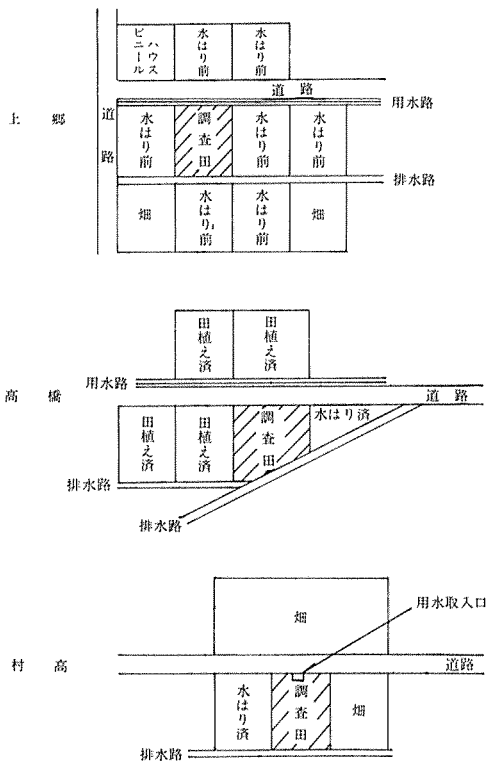


図-7 調査田周辺図

ii. 隣接田の状況

図-7は、各地区の調査田周辺の状況である。上郷地区は周囲がまだ水はりをしておらずシロカキ前の状態としては、適切なものと言える。それに対して高橋，村高地区は，周囲の田が既に水はりを終えており，ケイハン浸透等の横からの浸透水によってかなり調査田内の土が湿った状態にあり，上郷地区との比較に際して異った条件下にあることがわかる。

III. シロカキ用水量と水収支機構

シロカキ用水量とその水収支機構を示したものが図-8である。(A)式におけるそれぞれの測定方法を以下に述べる。なお，ここで使用する諸量の単位は，すべてmm(水高)で表わすことにする。

1 シロカキ用水量(Q)

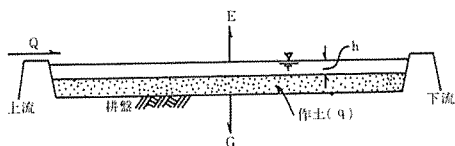
調査田用水路側の水口に，図-9のような三角ゼキを設置する。水はり開始から終了時までの，高さ(H)とその時間(T)とを測定し，実験室での検定値より総流入量Q'

を求める。

また，調査田の面積Aを測量によって計測し， $Q = Q'/A$ よりその調査田のシロカキ用水量Qを求める。水はりの終了時点は，地元の関係者の判断によった。

2. 蒸発量(E)

水はり開始から終了までの地上面からの蒸発量は，愛知県矢作川用水細川管理事務所の蒸発計観測値を用いる。



- Q: シロカキ用水量
 - E: 蒸発量
 - h: 水はり水深
 - q: 土温増加量
 - G: 地下浸透量
- $Q = E + h + q + G \dots\dots\dots (A)$

図-8 シロカキ用水量と水収支機構

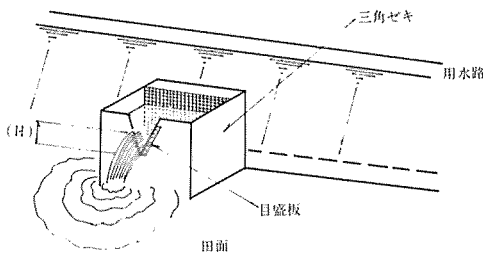


図-9 三角ゼキの設置図

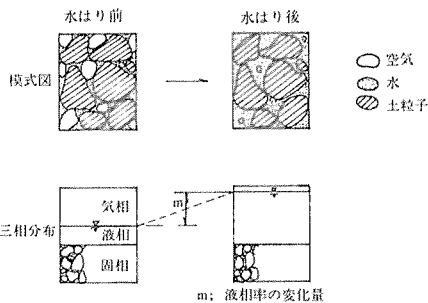


図-10 土湿増加量の模式図と三相分布

3. 水はり水深 (h)

水はり前に4 m方眼で田面均平度をレベル測量により計り、同じ位置で水はり終了時の水面高を計った。よってこれらの差から水はり水深hを求めることができる。ただし、高橋地区での水はり後の水面高測定は2点だけである。

4. 土湿増加量 (q)

水はり前後の土湿増加量qは、図-10からわかるように三相分布における液相率の増加分に作土厚をかければ求まる。

資料採取の方法は、調査田面を等分割し（上郷地区9分割、高橋地区8分割）、その中心点で水はり前後の作土の上層、下層について薄肉サンプラー2個ずつを採取した。またそれぞれの点において作土厚を竹尺で測定した。

5. 地下浸透量 (G)

以上の測定によってQ、E、h、qが求まり、図-8の(A)式より地下浸透量Gが求まる。ただし、高橋、村高地区では隣接田からの横浸透が考えられ、また上郷地区では隣接田への浸出水が考えられることから、水はり前にアゼ塗りを行なった。

なお今回の調査で3地区についてシロカキ用水量を測定したのであるが、村高地区については準備不足のため

h、qの測定ができず地下浸透量Gを求めることができなかった。

IV. 測定結果

1. シロカキ用水量 (Q)

各地区のシロカキ用水量の測定結果と計算結果を、表-9に示す。上郷地区のシロカキ用水量は他の地区と比べて大きな値となっていること、そして他の地区のそれは、一般的な水田のシロカキ用水量の下限値100mmにすら満たない小さな値であった。

2. 蒸発量 (E)

各地区のそれぞれの水はり期間における、蒸発量の値を示したものが表-10である。これらの値から、シロカキ用水量全体に及ぼす影響は、ほとんど無視できるものと考えられる。

3. 水はり水深 (h) 及び土湿増加量 (q)

上郷、高橋地区における、作土厚、水はり水深、取水前後の土中水分及び土湿増加量を示したものが、表-11である。上郷地区、高橋地区のそれぞれの平均値についてみてみよう。

水はり水深は、両地区の作土厚が上郷地区176mm、高

表-9 シロカキ用水量の結果

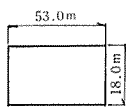
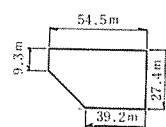
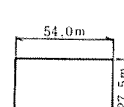
項目	地 区	上 郷	高 橋	村 高	上郷(その2)
観 測 日		6月1日～2日	5月31日～6月1日	5月27日	5月25日
水 場					
面積 A (m ²)		954	1,355	1,485	914
総 流 入 量 Q'		309.21	31.11	102.89	15.74
シロカキ用水量 Q=Q'/A×10 ³ (mm)		324	23	69	17
備 考		隣 接 田 水 は り ま だ	隣 接 田 水 は り 済	隣 接 田 水 は り 済	隣 接 田 水 は り 済

表-10 蒸発量の結果

(mm)

地 区	上 郷	高 橋	村 高	上 郷 (その2)
蒸 発 量	2.9	2.4	3.3	1.7

表-11 水はり水深と土湿増加量の結果

項 目 測 点	作 土 厚	水はり水深	水はり前土	水はり後土	土湿増加量
	H (mm)	h (mm)	中水分量 (mm)	中水分量 (mm)	q (mm)
上郷 1	200	72	42	106	64
2	150	70	35	76	41
3	200	52	40	103	63
4	210	72	62	108	46
5	120	31	25	62	37
6	200	18	53	107	54
7	200	13	53	104	51
8	120	29	26	65	39
9	180	6	45	94	49
計	1,580	363	381	825	444
平均	176	40	42	92	49
高橋 1	220	18	155	137	-18
2	220	37	118	136	18
3	220	45	105	136	31
4	230	43	141	146	5
5	200	28	117	124	7
6	220	45	112	133	21
7	230	38	137	141	4
8	200	51	116	123	7
計	1,740	305	1,001	1,076	75
平均	218	38	125	135	9

橋地区 218mmと約40mmの差があるのに、ほぼ等しい値になっている。水はり終了時の目安となる適切な水はり水深が確保されたかどうかという事から考えると、地元関係者の視覚的な判断はかなり厳格なものと考えられる。

土湿増加量は、上郷地区の50mmに対して、高橋地区の9mmと約5倍程度の差がみられる。この差については後の考察で詳しく述べるが、隣接田の状況の違いが引き起こしたものと考えられる。また水はり後の土中水分量の

違いは、作土厚の違いから生じている。

4. 集計及び地下浸透量(G)

これまでの測定結果をまとめたものが、表-12であり、上郷、高橋地区についての地下浸透量(G)が求まる。この表より、上郷地区のそれは231mmとかなりの量であるのに対して、高橋地区のそれは逆に負の値となっており、耕盤から水がわいていたことを意味している。しかし、

水がわくという現象は高橋地区の場合適切ではなく、^{注)}その原因は測定上の誤差等によるものと考えられる。この点については後に考察でふれる。

V. 結果の考察

1. 立地特性とシロカキ用水量の関係について

シロカキ用水量Qを構成している要素(E, h, q, G)と立地特性との関係を調べ、立地特性の違いがどの要素に影響を及ぼしているかを吟味する。

i. 蒸発量(E)

蒸発量は、気温、天候、湿度、生育している植物種等の影響を受けるが、ここで対象にしている矢作川用水地区の範囲においては、気温、天候、湿度の違いはほとんど無いと考えられる。また、シロカキ時はまだ稲は生育しておらず、植物種による差は出てこない。また、IV-2で述べたようにその量もシロカキ用水量全体から見るとそれほど重要な要素ではない。以上のことから蒸発量Eは、立地特性から独立して考えることができ、その値は2~3mm程度とみなしてよい。

ii. 水はり水深(h)

水はり水深そのものは、立地特性とはなんら関係が無く、農家の人の視覚的、経験的判断に左右されるものである。その値ははっきりとはしていないが、今回の調査においておよそ40mm程度ということがわかった(上郷地区40mm, 高橋地区38mm)。

iii. 土湿増加量(q)

土湿増加量qは立地特性(特に土性、地下水位の位置)に左右される。ここでは水はり前後と中干し期、落水期の三相分布の変化と関係づけながら、土湿増加量の違いを考えてみる(図-11, 表-13)。

土湿増加量qとは、三相分布からみれば間隙相(気相+液相)を水で満たすのに必要となる量である。このことから考えると、高橋地区では水はり前において既に水分飽和の状態に近いため土湿増加量qは、少量におさえられた。それに比べ上郷地区では、水はり前後の液相率の差が25%と大きくqの値がそれだけ大きくなったといえよう。2地区の違いは隣接田の水はり状況の差を反映したものである。

ところが両地区の固相率に注目するとほぼ等しい。これは、II-2-iiで述べたように作土の土質が等質であることと対応する。すなわち、高橋地区の水はり前における液相率は、隣接田がまだ水はりをしていない時には、上郷地区とほぼ似かよった値をとるのではないかと

表-12 結果の集計表 (mm)

諸量	地区	上郷 高橋 村高 上郷 (その2)			
シロカキ用水量 Q		324	23	69	17
蒸発量 E		3	2	3	2
水はり水深 h		40	38	—	—
土湿増加量 q		49	9	—	—
地下浸透量 G		232	⊖26	—	—

表-13 三相分布の変化 (%)

地区	期別	水はり前	水はり後	中干し	落水
	上郷	気相	38.7	4.7	7.7
液相		23.9	51.7	48.0	43.3
固相		37.4	43.6	44.3	47.5
高橋	気相	6.1	1.2	9.2	3.7
	液相	56.4	60.7	49.9	52.7
	固相	37.5	38.1	40.9	43.6

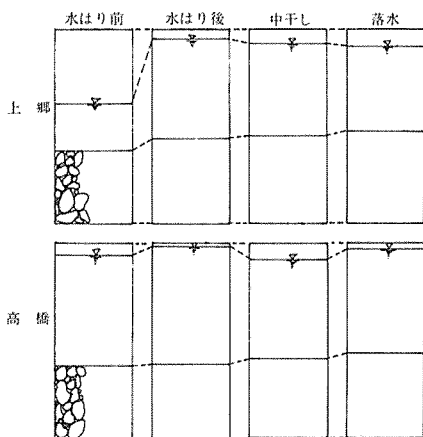


図-11 三相分布の変化

注) 補論2-iiiによると、昭和50年2月の時点で既に矢作川下流域の湧水地域は認められていない。ただし高橋・村高地区は地下水位と現地盤との差が1m未満の地域に属している(図-20(その3)参照)。

という予測が立てられる。

そこで図-11に示したように、中干し期、落水期の三相分布から、高橋地区の水はり前における三相分布の推定を試みた。しかし、上郷地区の結果をみてわかるとおり、水はり前とはかなり違っていたため、今回の調査ではその推定値を得ることができなかった。そこで、一般的な水田の水はり前の三相分布と上郷、高橋地区のそれとを比較してみた(表-14)⁶⁾。この表より、土湿増加量 q の概算値が40mm程度であることがわかる。

なおここで注意しなければならないこととして、地下水位の問題がある。これまでの考察では、水はり前における地下水位がある程度低い(最低1m程度)ことを前提としていた。もし、非カンガイ期の地下水位が高く、水はり前の作土がかなり湿った状態であれば、土湿増加量 q は40mm以下となる場合もありうる。

以上のことをまとめると、土湿増加量 q は立地特性に影響されるが、それは主として地下水位の高低によるものであり、土性による影響は少ないと考えられる。その一般的概算値は40mm程度と考えるとよい。

iv. 地下浸透量(G)

シロカキ用水量 Q の各要素の中で最もその影響度合の大きいものが、地下浸透量 G である。このことは、地下浸透量 G が立地特性と深い係わり合いがあることを示している。以下において、高橋地区の負の値の検討、地下浸透量と立地特性の関係、地下浸透量の定量化の問題について考察する。

a. 高橋地区の G の負性について

表-12をみるように高橋地区の地下浸透量 G は、負の値($\ominus 26\text{mm}$)となっている。これは、 G そのものを直接に測定したのではなく、他の4つの測定から間接的に求

められたものであることから、その原因として考えられるいくつかの問題を吟味する。

(ア) 流入量 Q の測定誤差

三角ゼキの読み取り誤差は大きなものとは考えられず、実験室での検定もかなりの精度があることから、誤差の発生は無視できる。

(イ) 両側水田からの地下浸透

図-12および表-15の計算結果より、両側水田からの地下浸透の量は、24mmに比べると非常に小さいので、ほ

表-14 一般的な三相分布と土湿増加量

		作 土			心 土		
		気相	液相	固相	気相	液相	固相
水 田 番 号	1	19.2%	41.1%	39.7%	11.6%	33.7%	54.7%
	2	19.5	44.2	36.3	14.5	33.2	52.3
	3	22.1	40.2	37.7	20.5	29.7	49.8
	4	19.0	43.0	38.0	16.0	32.4	51.6
	5	22.7	39.0	37.9	18.2	33.3	48.5
	平均	20.5	41.5	37.9	16.2	32.5	51.4
厚 さ		20 cm			30 cm		
土湿増加量		40 mm			45 mm		

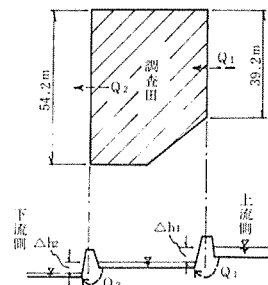


図-12 隣接田の地下浸透量

表-15 浸透量の計算

項 目	透水係数 $k(\text{cm/sec})$	水面差 $\Delta h(\text{cm})$	浸透路長 $l(\text{cm})$	浸透速度 $V(k \times \frac{\Delta h}{l})$	浸透面積 $A(\text{cm}^2)$	時 間 $t(\text{sec})$	浸透量 Q ($=VA t$)
流 入 量 $Q_1(\text{cm}^3)$	10^{-4}	3.2	31.4	0.102×10^{-4}	78,400	58,200	46,500
流 出 量 $Q_2(\text{cm}^3)$	10^{-4}	1.2	31.4	0.038×10^{-4}	108,400	58,200	24,110

調査田に貯留された量 $Q = Q_1 - Q_2 = 46,500 - 24,110 = 22,390 (\text{cm}^3)$

水深にすると、 $Q' = Q/A = 22390 / 1,355 \times 10^7 = 1.65 \times 10^{-3} (\text{cm})$

$= 1.65 \times 10^{-2} (\text{mm}) \ll 24 \text{mm}$

(注) 計算については、ダルシーの法則を適用したが、実際には不飽和浸透と考えられるので、計算結果よりも小さい値と予想される。

とんど影響のないものとみなせる。

(ウ) 地表水の流入の影響

調査時において、隣接田からの地表水の流入がない様に水はり前はかなり念入りにアゼ塗りを行った（本来ならばビニールシートを埋設して、ケイハン浸透を防ぐことが望ましい）。しかし、アゼ塗りを行なったのは夕方、水はりを開始したのは、日が暮れてから行なったために地表水の流入が防止されていたかどうかについての確認が完全になされなかった。これらのことから、上流側の隣接田からの地表水の流入がまったくなかったとは言いきれない（上流側隣接田は、調査期間中取水していた）。

(エ) 初期水はり水深の存在

図-11より高橋地区の作土は、水はり前において既に間隙相の水分飽和に近い状態であり、水はり前における初期水はり水深の存在が予想される。

(オ) 水はり後の水面高の測定方法

水はり後の水面高の測定は、2点しか取らずその代表値としての誤差が影響したおそれがある。

以上のことから、高橋地区の地下浸透量Gの負性は、(ウ)~(オ)の原因が総合されたものと考えられる。

b. 地下浸透量と立地特性について

3地区の立地特性の大きな相違は耕盤以下の心土の土壤構造と地下水位にあった。またシロカキ用水量を大きく左右する要素は、地下浸透量Gである。この二つのことから、地下浸透量Gを決定するものは、心土の土壤構造と地下水位にあると考えられる。

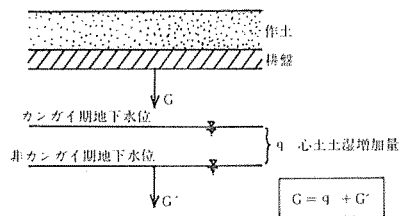


図-13 地下浸透量と地下水位の変化

c. 地下浸透量Gの定量化について

以上の考察を踏まえて、地下浸透量Gの定量化について考えてみる。

図-13の様なモデルを考える。この図より、地下浸透量Gは地下水位上昇による心土の土湿増加量 q' と心土以下への地下浸透量 G' に分けて考えることができる。

これまでの考察から、いまシロカキ用水量を100mm、140mm、200mm（湿田、乾田、漏水田の一般的平均値）、蒸発散量3mm、水はり水深40mm、作土土湿増加量40mm、心土の液相変化率15%、地下水位上昇30cm^(注)と仮定して、心土以下への地下浸透量 G' を計算したものが表-16である。

表-16 地下浸透量 G' の試算

区分	シロカキ用水量 Q	蒸発量 E	水はり水深 h	作土土湿増加量 q	心土土湿増加量 q'	地下浸透量 G'
						(mm)
湿田	100					⊖28
乾田	140	3	40	40	45	12
漏水田	200					72

すなわち湿田、乾田、漏水田などの水田区分は、この表中の G' の値の違いに反映しているのである。ただし、湿田の場合 G' が⊖28mmと計算されて湧水地であることを示しているが、常に湿田が湧水地であるとは限らない。地下水位が水はり前からかなり高い場合、土湿増加量および地下水位上昇量の減少がおり、 G' の値が正となることが考えられるのである。

今回の調査では、水はり前後の地下水位の確認および水はり前の心土の三相分布の把握ができなかったために、はっきりとした数値で検討ができなかった。

2. 作土厚の変化の影響について

水はり前の作土は、十分に耕耘されて空隙が多く、大団粒（土塊）の発達が見られる。そこで一般に言われる⁷⁾、降雨やカンガイ水による大団粒の崩壊現象が起ると考えられる。

作土厚の測定は、水はり前におこなったので大団粒の崩壊によって作土厚が変化すると、水はり水深と土湿増加量の値に影響があり、この2つの値の関係について吟味する。

1. 作土の収縮、膨潤について

上のことを模式的に表わしたのが図-14である。土粒子の体積が変わらないと仮定すると、作土厚の収縮を意

注) 補論2)-IIによると、渇水期と豊水期の地下水位の差が、昭和43年36cm、昭和47年53cmという結果が得られている。この差の一部がシロカキ期に上昇するものと考え、ここでは推定値30cmを与えた。

表-19 シロカキ用水量Qの諸量の概算値と研究結果のまとめ

項目	蒸発量 E	水はり水深 h	土湿増加量 q	地下浸透量 G
立地特性との関係の有無	無	無	有	有
支配的な立地特性の内容	—	—	地下水位	心土の土壤構造 地下水位
概算値(mm)	2~3	40	40以下	0~200
備考	—	農家の人の視覚的経験的判断により決定される。かなり厳格なもの。	地下水位1m以下のとき最大値40mm。	シロカキ用水量Qを決定する最大の要因。心土土湿増加量q'+地下浸透量G'に分割できる。

以上から、水はりによる作土厚の収縮が実際に発生していることが予想される。しかし、シロカキ用水量の水収支を考える場合、耕盤より上に供給される量 ($h+q$) は、作土の収縮を考慮するか否かで大きな違いが認められないことも同時に明らかになり、これまでの測定結果の補正をおこなう必要はない。

VI. ま と め

これまでシロカキ用水量と立地特性との関係を、上郷、高橋、村高地区について調査研究した結果と考察を述べてきた。それらを整理したものが表-19である。これによると、シロカキ用水量の構成要素である、蒸発量、水はり水深、土湿増加量の概算値を得ることができた。また、シロカキ用水量を決定する最大の構成要素が地下浸透量であり、その支配的な立地特性が心土の土壤構造と地下水位の位置にあることも明らかになった。ただし今回の調査研究では、3地区という特定のホ場についての結果を得たにすぎず、これらの結果を裏付ける実測資料を今後つかかさねることが必要である。すなわち、より多くの異った地点について、シロカキ用水量と立地特性を把握し、それらを類型化してゆくことが、矢作川用水地区全体のシロカキ用水量を算定する一つの有力な手段となると考えられる。

謝辞：本研究のホ場調査、資料収集に際しては以下の関係各位にご協力いただいた。

愛知県岡崎農地開発事務所用水管理課、上郷用悪土地改良区、明治用悪土地改良区、高橋用悪土地改良区。

また、現地調査、資料のとりまとめにおいては昭和54

年度の卒業論文専攻生である中川昭、中西昭弘、加藤貴司、渡辺利昭の諸君、ならびに大学院生の弘田忠士氏（現京都府庁）に多大な援助をうけた。ここに深謝し上げる次第である。

研究のとりまとめ、現場調査の指針などについて、本学農業土木学科土地利用学研究室の長田昇教授、新垣雅裕助教授には貴重な助言をたまわった。謹んで感謝の意を表したい。

補論. 矢作川の河床低下と地下水位について

1. 矢作川の河床低下について

近年、矢作川の河床が著しく低下してきたといわれている。農業水利にとって河床低下がもたらす影響は様々であるが、こうした影響を吟味する場合の基礎資料として河床低下の実態を正しく把握しておく必要がある。ここでは、建設省中部地方建設局豊橋工事事務所の実測資料を使い、河床変動の様子を整理する。

表-20は、矢作川の河口部から34km地点までの年次別平均河床高をあらわしたものである。表には、実測値と距離方向の三点移動平均の両方をのせておいた。また図-16は、昭和30年と50年の平均河床高（実測値）を示したものである。これらの図表からは、

- 1) 大正15年と昭和30年では河床高がほぼ一致しており、この間に大巾な河床変動が発生していない。
- 2) 昭和30年と50年を比較すると、小さくて1m、大きくて2.5m、平均して1.5m程度の河床低下が発生している。
- 3) 河口から34km地点まで、全体にわたって低下しているが、明治用水頭首工、将監用水頭首工（昭和53年に撤去）の下流側で深掘れが生じている。

ことなどがわかる。

つぎに、図-16の主要な水利施設（樋門の全ては矢作川用水の導入で昭和40年代に撤去された）や河川合流点に着目し、その近傍の実測資料を年方向に三点移動平均して求めた河床高が表-21である。また図-17（その1~その12）は、各地点の河床高をあらわしたものである。これらからおおよそ次のような特徴が指摘できる。

- 4) 昭和30年代後半と昭和40年代後半のそれぞれ数年間に大きな河床低下がおこっている（2, 11, 12, 15, 17, 21, 22, 26kmの各地点）。
- 5) 昭和40年前後の3~4年間に、一時河床低下が止まったことがある（6, 12, 21, 22, 26kmの各地点）。

表-20 年次別平均河床高縦断

(単位：TP. m) (実測値)

河口からの距離 (km)	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00
大正15年	0.00	0.00	0.07	0.79	1.00	1.78	2.22	2.99	3.61	4.08	4.68	5.22	6.41	7.81	9.43	11.04
昭和30年	0.20	0.20	0.07	0.39	1.00	1.54	2.22	2.35	3.61	4.05	4.68	5.28	6.29	7.96	8.59	11.13
昭和35年	-1.23	-0.54	0.21	0.61	0.68	1.22	1.44	2.67	3.50	3.95	4.64	4.67	5.93	6.67	8.46	11.14
昭和41年	-1.60	-0.77	-0.53	0.21	0.14	0.65	1.07	1.05	1.39	2.17	3.15	3.66	4.42	5.88	6.79	10.73
昭和45年	-1.34	-1.03	-0.63	-0.16	-0.02	0.15	0.54	0.09	1.67	2.42	3.07	3.74	4.21	5.74	6.45	10.66
昭和50年	-1.52	-1.39	-1.09	-0.95	-0.77	-0.04	0.18	0.89	1.92	2.27	2.78	3.21	3.76	5.09	6.27	9.69
昭和53年	-1.57	-1.28	-1.31	-1.19	-0.98	-0.21	0.18	0.74	1.93	2.15	2.74	3.14	3.70	6.82	7.23	9.46

(三点移動平均法による値)

河口からの距離 (km)	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00
大正15年	0.00	0.00	0.22	0.79	0.98	1.78	2.04	2.73	3.34	4.08	4.67	5.22	6.41	7.81	9.43	11.04
昭和30年	0.20	0.22	0.09	0.49	0.98	1.59	2.04	2.73	3.34	4.11	4.67	5.42	6.04	7.88	8.39	11.09
昭和35年	-1.24	-0.52	0.09	0.50	0.84	1.11	1.78	2.54	3.37	4.03	4.42	5.08	5.76	7.31	7.91	11.04
昭和41年	-1.50	-0.97	-0.36	-0.06	0.33	0.62	0.92	1.17	1.54	2.24	2.99	3.74	4.65	5.70	6.70	10.34
昭和45年	-1.36	-1.00	-0.61	-0.27	-0.01	0.22	0.26	0.77	1.39	2.39	3.08	3.67	4.56	5.47	6.48	10.15
昭和50年	-1.91	-1.33	-1.14	-0.94	-0.59	-0.21	0.34	1.00	1.69	2.32	2.75	3.25	4.02	5.04	6.07	9.48
昭和53年	-1.52	-1.39	-1.26	-1.16	-0.79	-0.34	0.24	0.95	1.61	2.27	2.68	3.19	3.86	4.87	5.91	8.35

(実測値)

河口からの距離 (km)	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00
大正15年	12.49	12.55	13.40	14.21	15.45	15.54	16.91	17.95	18.61	19.67	20.67	21.69	22.63	23.68	24.97	24.97
昭和30年	11.84	12.57	13.57	13.96	15.32	15.99	17.74	17.93	18.92	19.69	20.86	21.37	22.29	23.18	24.32	24.32
昭和35年	11.01	11.52	12.20	13.20	14.25	15.37	16.52	17.51	18.47	19.61	20.44	21.12	21.94	23.08	23.42	23.55
昭和41年	11.06	11.62	12.31	13.38	14.28	15.30	16.32	17.50	18.03	18.82	19.69	20.48	21.04	22.13	22.65	23.54
昭和45年	10.04	10.84	11.80	12.59	13.67	14.42	15.28	16.15	16.90	17.93	19.32	19.81	20.66	21.60	22.16	23.01
昭和50年	9.52	9.71	11.09	11.79	13.80	13.80	15.90	15.90	17.22	17.22	19.50	19.50	20.78	20.78	22.80	22.80

(三点移動平均法による値)

河口からの距離 (km)	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00
大正15年	12.49	12.60	13.34	14.21	15.19	15.54	16.97	17.95	18.75	19.67	20.69	21.69	22.67	23.68	24.08	24.97
昭和30年	11.84	12.63	13.37	14.28	15.09	16.35	17.22	18.20	18.85	19.82	20.64	21.51	22.28	23.13	24.11	25.12
昭和35年	11.09	11.58	12.31	13.22	14.27	15.38	16.47	17.50	18.53	19.51	20.39	21.17	22.05	22.81	23.35	23.59
昭和41年	11.11	11.66	12.44	13.32	14.32	15.30	16.37	17.28	18.12	18.85	19.66	20.40	21.22	21.94	22.77	23.48
昭和45年	10.19	10.89	11.74	12.69	13.56	14.46	15.28	16.11	16.99	18.05	19.02	19.93	20.69	21.47	22.26	22.96
昭和50年	9.56	10.11	10.86	12.69	13.80	13.80	15.90	15.90	17.22	17.22	19.50	19.50	20.78	20.78	22.80	22.80

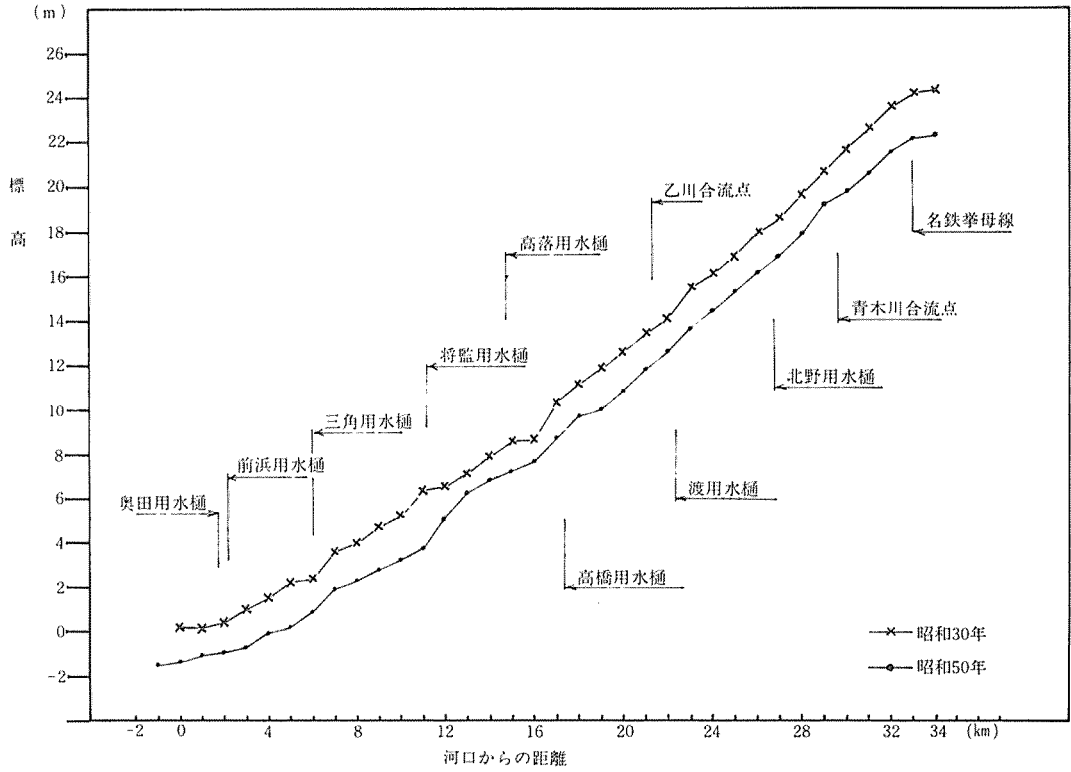


図-16 河床高の比較 (実測値)

表-21 主要地点の年次別河床高 (三点移動平均)

ポイント 年	2 km	6 km	11km	12km	15km	17km	21km	22km	26km	30km	33km	35km
昭和34	0.64	3.03	5.74	6.62	8.47	10.31	13.48	14.28	17.93	21.49	23.44	27.93
35	0.47	2.42	5.77	6.57	8.45	10.11	13.38	14.04	17.92	21.48	23.65	27.90
36	0.49	2.10	5.78	6.47	8.46	10.27	13.10	13.72	17.60	21.44	23.81	27.91
37	0.37	1.77	5.58	6.32	8.39	10.18	12.47	13.48	17.51	21.37	23.71	28.03
38	0.45	1.52	5.54	6.35	8.39	10.04	12.36	13.32	17.51	21.34	23.61	28.06
39	0.35	1.20	5.31	6.33	8.34	9.66	12.36	13.30	17.76	21.29	23.49	28.04
40	0.34	0.99	5.02	6.21	8.33	9.44	12.53	13.29	17.72	21.28	23.42	27.90
41	0.19	0.96	4.61	5.90	8.20	9.18	12.37	13.17	17.56	21.11	23.25	27.80
42	0.03	0.82	4.41	5.71	7.99	9.03	12.32	13.14	17.42	20.97	23.05	27.78
43	-0.16	0.68	4.37	5.60	7.78	8.95	12.42	13.19	17.32	20.86	22.87	27.80
44	-0.22	0.43	4.31	5.64	7.58	8.93	12.40	13.31	17.33	20.71	22.78	27.89
45	-0.30	0.39	4.16	5.64	7.47	8.76	12.41	13.35	17.17	20.49	22.63	27.88
46	-0.28	0.43	4.01	5.67	7.37	8.67	12.38	13.29	16.93	20.31	22.47	27.89
47	-0.45	0.67	3.86	5.70	7.32	8.63	12.35	13.18	16.44	20.22	22.39	27.86
48	-0.78	0.81	3.73	5.75	7.29	8.64	12.23	12.99	16.26	20.14	22.36	27.82
49	-1.00	0.85	3.71	5.57	7.27	8.61	12.02	12.80	16.14	19.99	22.28	27.73
50	-1.11	0.90	3.68	5.38	7.24	8.59	11.80	12.59	16.18	19.84	22.14	27.74
51	-1.04	0.93	3.70	5.17	7.16	8.57	11.56	12.40	16.10	19.73	21.47	27.86
52	-1.12	0.88	3.68	5.05	7.05	8.43	11.32	12.13	16.01	19.62	—	—
53	-1.20	0.78	3.69	4.78	6.90	8.30	11.09	11.82	15.89	19.50	—	—

(単位：TP. m)

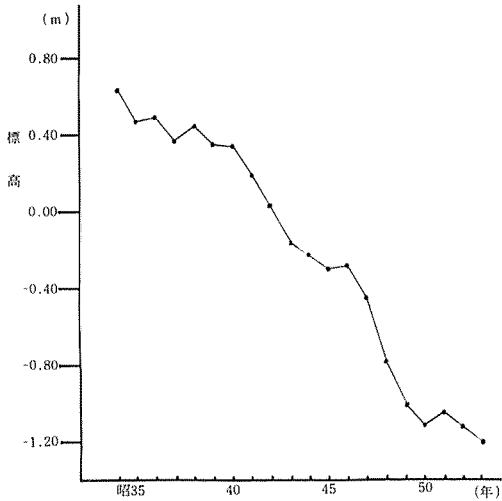


図-17 平均河床高の変化 (その1)
2 km地点 (奥田・前浜田水樋間)

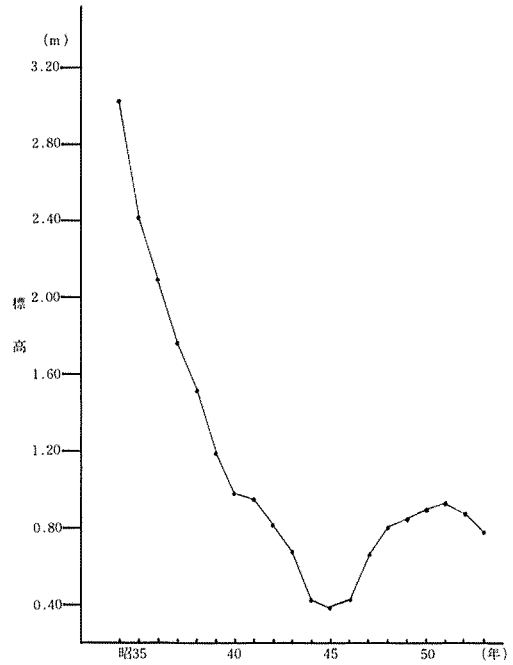


図-17 (その2)
6 km地点 (三角用水樋下流)

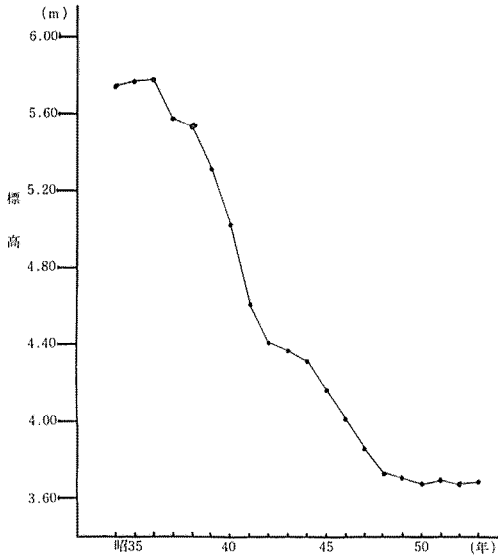


図-17 (その3)
1 km地点 (将監用水樋下流)

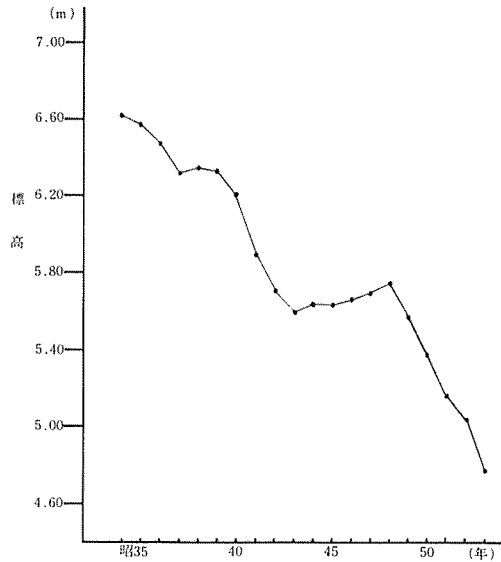


図-17 (その4)
12km (矢作古川合流点下流)

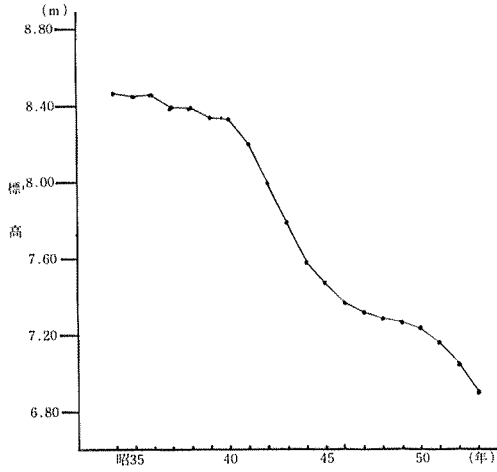


図-17 (その5)
15km地点 (高落水樋上流)

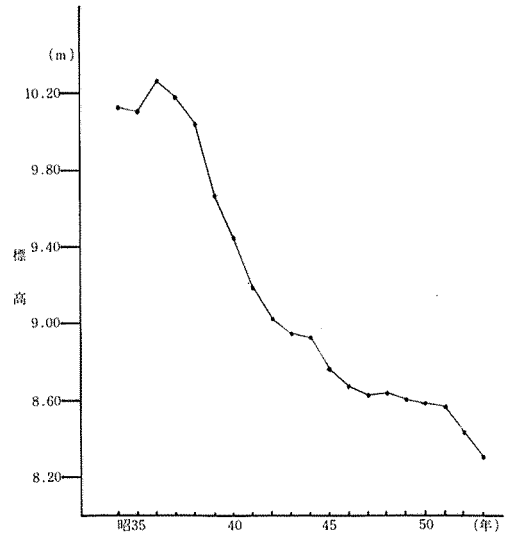


図-17 (その6)
17km地点 (高橋用水樋下流)

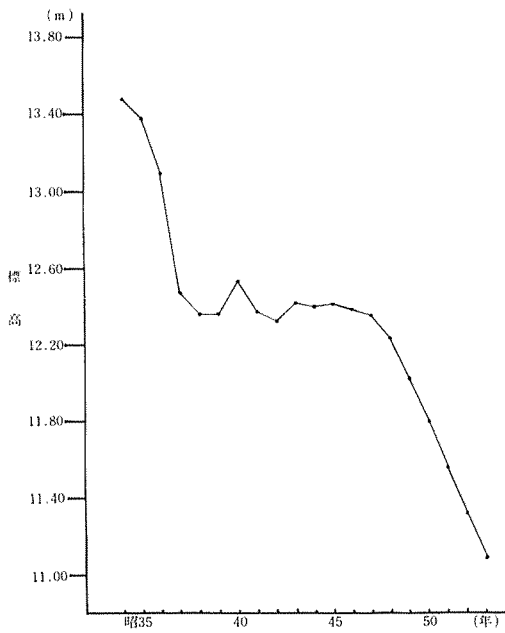


図-17 (その7)
21km地点 (乙川合流点下流)

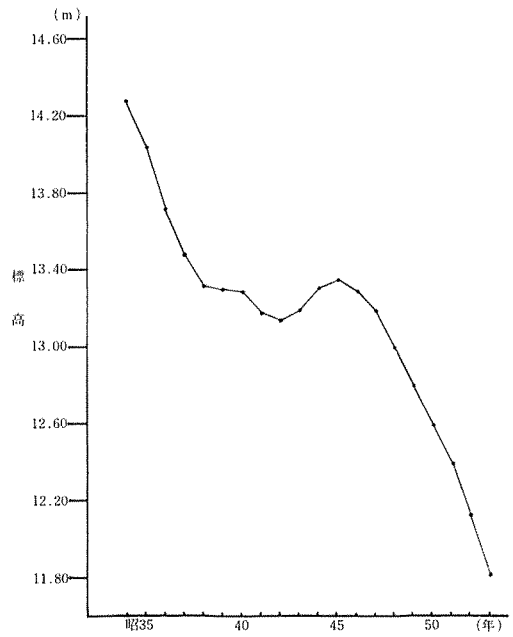


図-17 (その8)
22km地点 (渡用水樋下流)

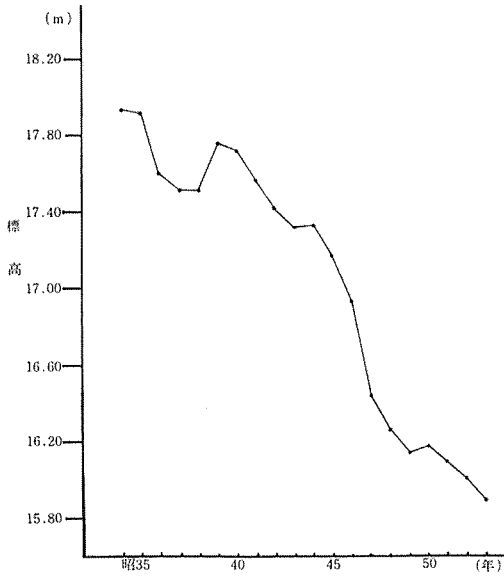


図-17 (その9)
26km地点 (北野用水樋下流)

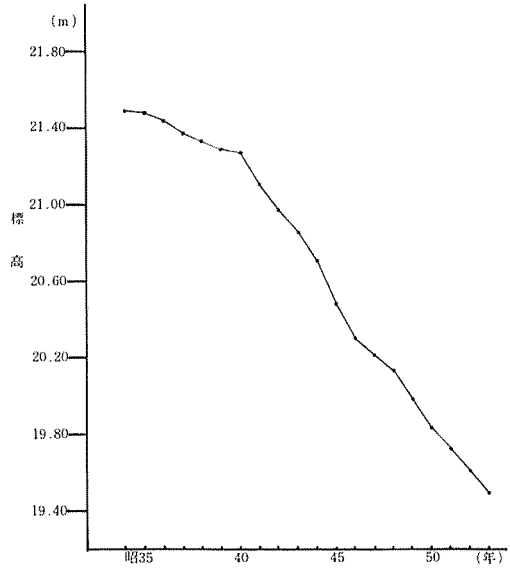


図-17 (その10)
30km地点 (青木川合流点上流)

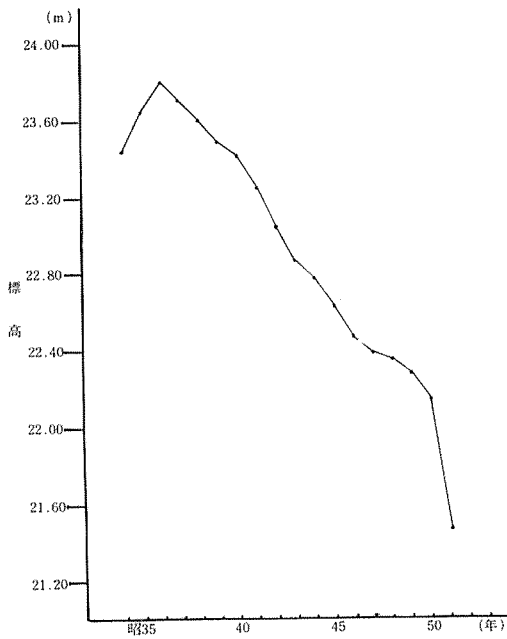


図-17 (その11)
33km地点 (名鉄拳母線)

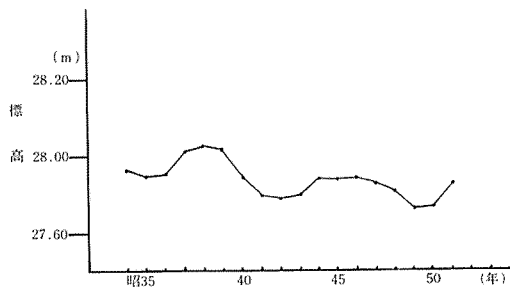


図-17 (その12)
35km (明治頭首工上流)

6) 昭和50年代から現在においては、再び河床低下が大きくなっている(2, 12, 15, 17, 21, 22, 26, 33kmの各地点)。

河床低下は、土砂の採掘、ダム建設による流下土砂量の減少などを原因としておこる。矢作川においては、左支川巴川で昭和38年に羽布ダムが、本川で昭和46年に矢作ダムが建設完工された。河床低下が発生したのは昭和30年以降とみられるから、少くとも昭和40年ごろまでの河床低下はダム建設とは無関係である。土砂採掘量の資料がないので正確にはいえないが、長期間にわたる土砂採掘が河床低下の主因をなしていると思われる。

河床は砂礫堆の移動ともなって流向方向に刻々と変化するものである。上に指摘した5)の特徴も、正確にはこうした砂礫堆の移動を考慮に入れて判断しなければならない。

ただし、傾向的には昭和30年以降、一貫して河床が低下してきていることはあらそえない事実である。

2. 河床低下と地下水位の変化について

ⅰ. 矢作川下流域の地下水等高線図

矢作川の河床低下と地下水位の変化をみるために、矢作川下流域の地下水等高線図の資料を収集した。それらの一覧が表-22である。

地下水等高線図の作製はいくつかの観測井の水位を読み取り、それらの結果を地図上にプロットして地下水等高線を書き入れるという方法がとられる。このとき、観測井の水位は降雨の影響を受けることから、観測時の地下水流動の方向や地下水谷の位置等をみる場合には十分に目的を達し得るが、地下水位の経年的な変化をみる場合には、観測前の長期にわたる降雨の状況を把握することが必要となる。なぜなら、地下水は地表水のように短期間で移動しないため、一ヶ月前に降った雨水が残留し、移動していることも考えられるからである。その点で、今回の収集した資料の観測前の長期間の降雨状況を考慮した分析ができなかったことは、分析精度を落とす原因になっている。しかし、地下水の変動状況を概略的に把握し、その傾向を観察することは十分になしえたと考えている。

ⅱ. 河床高の変化と地下水位の変化の比較

河床高の変化と地下水位の変化を次の二点について比較してみた。

- a. 経年的にみた河床低下と地下水位の関係
- b. 同じ年の渇水期と豊水期の地下水位の変化と河床低下との関係

a については、昭和35年、44年、50年の渇水期(2月)の地下水位と河床高の変動の比較をおこなった。資料の

注) 実測資料の観測日が明確ではなかったため。

表-22 矢作川下流域の地下水位調査資料一覧表

調査年	内 容	縮 尺	調査主体	出 典
昭和35年	地下水面図(2月)	$\frac{1}{100,000}$		岡崎市地下水調査業務報告書
36~40	矢作川の河床変動と地下水位変動	—	建設省	矢作川河道計画調査報告書
43	河川水位と堤内地下水位の年間変化状況図(3地区)	—	〃	矢作川地下水影響調査報告書
43	矢作川下流域地下水等高線図(渇水期、豊水期)	$\frac{1}{50,000}$	〃	〃
44	地下水面図(2月)	$\frac{1}{100,000}$	〃	岡崎市地下水調査業務報告書
47	地下水等高線図	$\frac{1}{50,000}$	〃	矢作川地下水影響調査報告書
47	地下水面図(2月、10月)	約 $\frac{1}{42,000}$	愛知教育大学	愛知教育大学研究報告24(自然科学編)
49.1月~50.8月	地下水位経年変化(2地点)	—		岡崎市地下水調査業務報告書
50	地下水面図(2月、6月)	$\frac{1}{100,000}$	水資源開発研究会	〃

関係上、河口部より14kmの地点から32kmの地点までについてのみしか比較できなかったが、矢作川下流域の地下水位の変動は十分に観察できる(表-23)。

表より、河床低下と地下水位の低下との間に、かなり密接な関係があることがわかる。とくに昭和35年～50年(15年間の変動)については、河床低下が平均1.51m、地下水位低下が1.55m、とほぼ等しく矢作川の河床の低下が、周辺の地下水位に大きく影響を及ぼしていること

が明らかである。また地下水位の低下が15年間で平均1.55mという結果は、以前の湧水地区で水の湧出がなくなったことと対応している。これについては、Ⅲで述べる。

bについては、昭和43年と47年の2ヶ年の渇水期(2月)と豊水期(10月)の地下水位の差を求め、それらの差と河床低下との関係を比較した(表-24)。

表-23 河床高の変動と地下水位の変動(その1)

地点 キヨリ	河床高			地下水位高			河床高差		地下水位差	
	S 35	44	50	35	44	50	(44)-(35)	(50)-(35)	(44)-(35)	(50)-(35)
km	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
14	8.05	7.20	6.86	7.80	6.00	5.90	-0.85	-1.19	-1.80	-1.90
16	8.93	7.91	7.68	9.00	7.00	7.20	-1.02	-1.25	-2.00	-1.80
18	11.14	10.71	9.69	10.60	9.00	9.00	-0.43	-1.45	-1.60	-1.60
20	12.57	11.69	10.84	12.30	11.30	10.80	-0.88	-1.73	-1.00	-1.50
22	13.96	13.35	12.59	14.00	13.00	12.70	-0.61	-1.37	-1.00	-1.30
24	15.98	15.28	14.42	15.70	13.00	13.40	-0.70	-1.56	-2.70	-2.30
26	17.93	17.22	16.15	18.00	15.40	16.20	-0.71	-1.78	-2.60	-1.80
28	19.69	18.92	17.93	18.20	17.10	18.00	-0.77	-1.76	-1.10	-0.20
30	21.37	20.78	19.81	21.60	18.90	—	-0.59	-1.56	-2.70	—
32	23.18	22.58	21.60	22.00	21.00	—	-0.60	-1.58	-1.00	—
平均	—	—	—	—	—	—	-0.72	-1.51	-1.75	-1.55

表-24 河床高の変動と地下水位の変動(その2)

地点 キヨリ	河床高		地下水位高				河床高 差	地下水位差		地下水位差	
	S 43	S 47	S 43		S 47			S (47)-S (43)		(10月)-(2月)	
			2月	10月	2月	10月	(47)-(43)	2月	10月	S 43	S 47
km	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
0	-1.41	-1.07	—	—	—	—	0.34	—	—	—	—
2	-0.14	-0.29	—	—	—	—	-0.15	—	—	—	—
4	0.27	0.10	-1.50	-0.50	-1.10	0.60	-0.17	0.40	1.10	1.00	1.70
6	0.57	0.76	1.00	—	-0.50	1.10	0.19	-1.50	—	—	1.60
8	2.23	2.29	1.50	2.50	1.80	2.70	0.06	0.30	0.20	1.00	0.90
10	3.61	3.40	3.50	4.50	3.50	4.00	-0.21	0.00	-0.50	1.00	0.50
12	5.64	5.63	5.00	5.20	5.20	5.50	-0.01	0.20	0.30	0.20	0.30
14	7.19	6.41	6.50	7.00	7.10	7.20	-0.78	0.60	0.20	0.50	0.10
16	8.04	7.74	8.50	8.50	8.10	8.20	-0.30	-0.40	-0.30	0.00	0.10
18	10.67	10.15	9.50	9.50	9.40	9.50	-0.52	-0.10	0.00	0.00	0.10
20	11.46	11.42	12.00	11.00	11.20	10.70	-0.04	-0.80	-0.30	-1.00	-0.50
22	13.20	13.16	13.00	12.40	12.40	12.70	-0.04	-0.60	0.30	-0.60	0.30
24	15.25	14.97	13.50	14.50	14.10	14.80	-0.28	0.60	0.30	1.00	0.70
26	17.28	16.50	15.60	16.00	16.00	16.20	-0.78	0.40	0.20	0.40	0.20
28	19.09	18.39	17.50	18.00	17.30	18.00	-0.70	-0.20	0.00	0.50	0.70
30	20.86	20.24	19.00	19.50	18.70	19.50	-0.62	-0.30	0.00	0.50	0.80
32	22.16	21.87	21.50	22.00	21.50	22.00	-0.29	0.00	0.00	0.50	0.50
平均	—	—	—	—	—	—	-0.30	-0.09	0.11	0.36	0.53

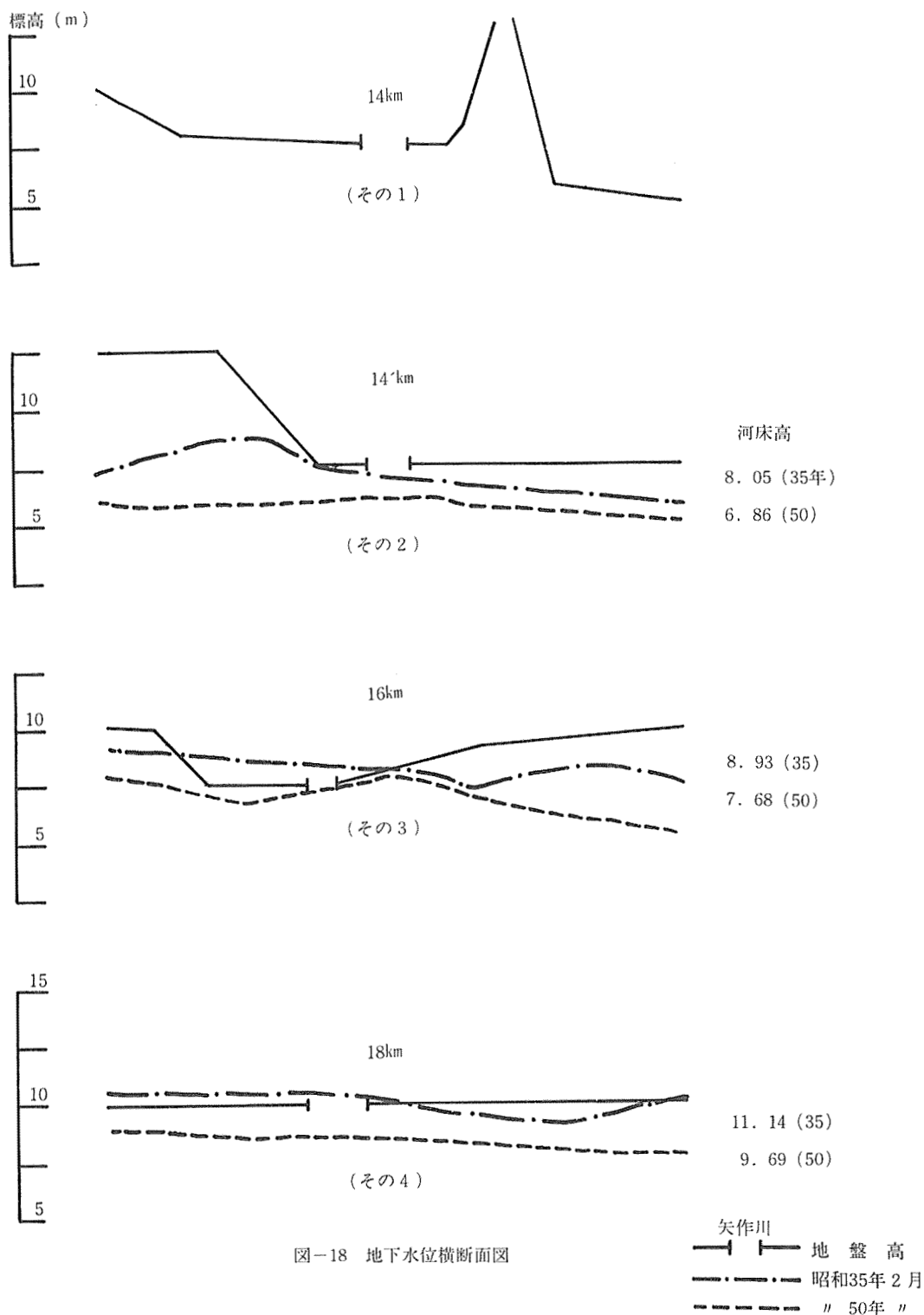
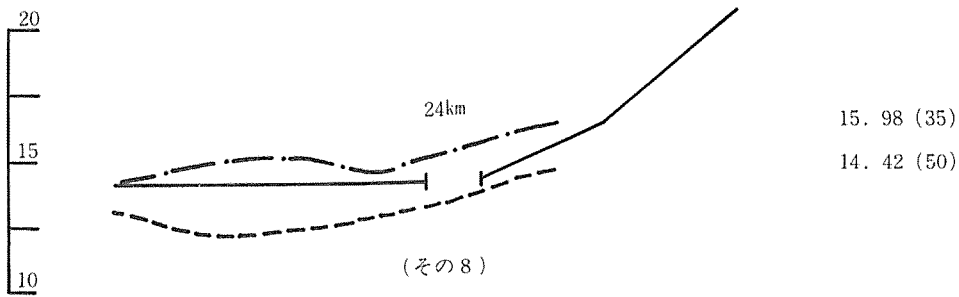
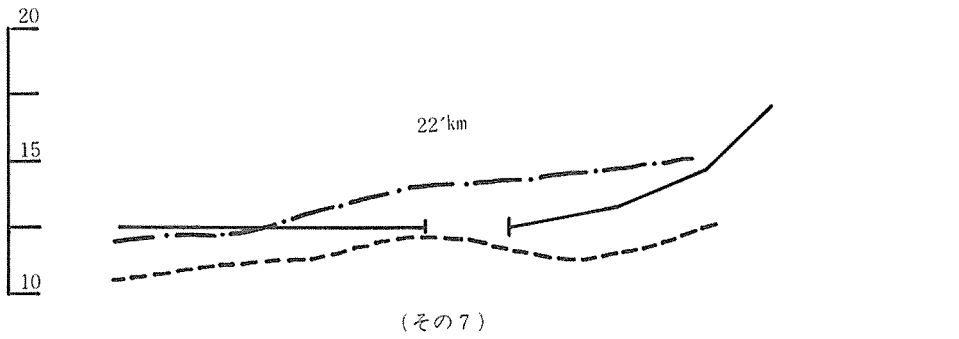
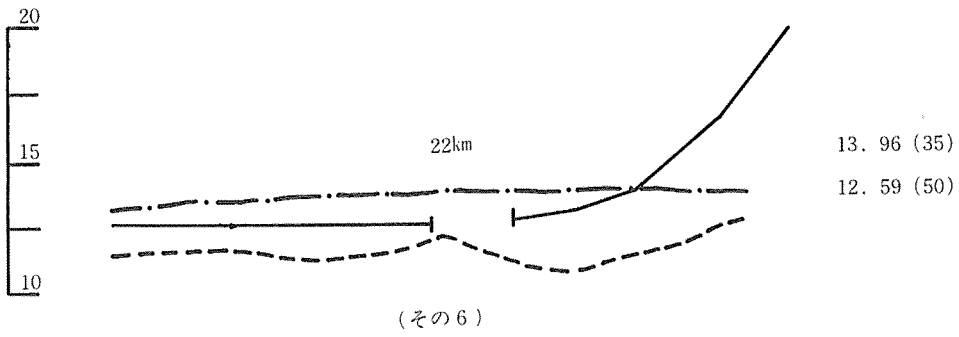
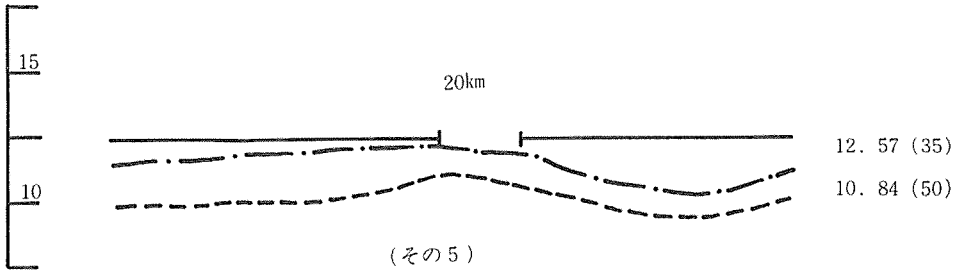
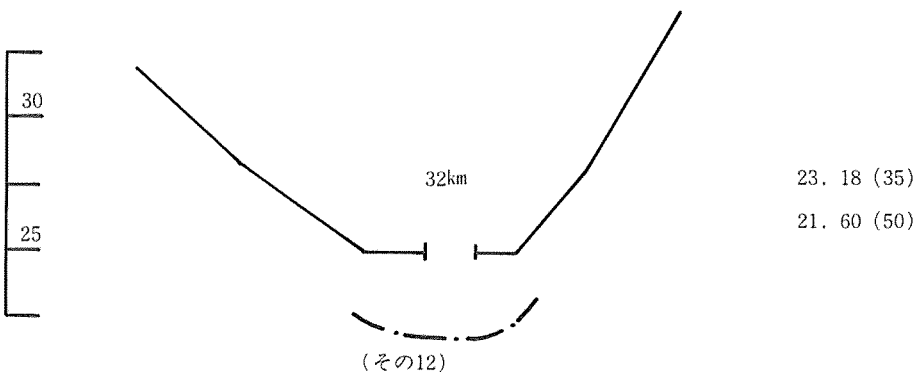
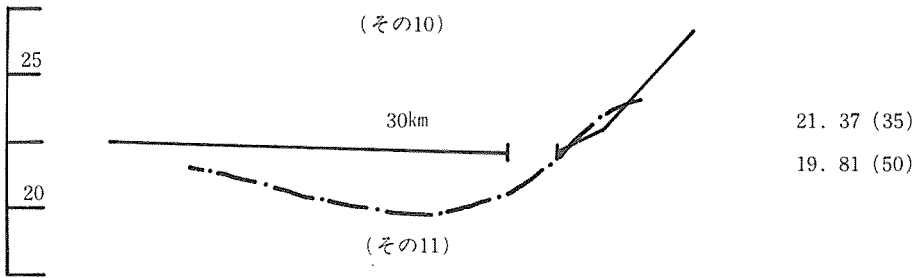
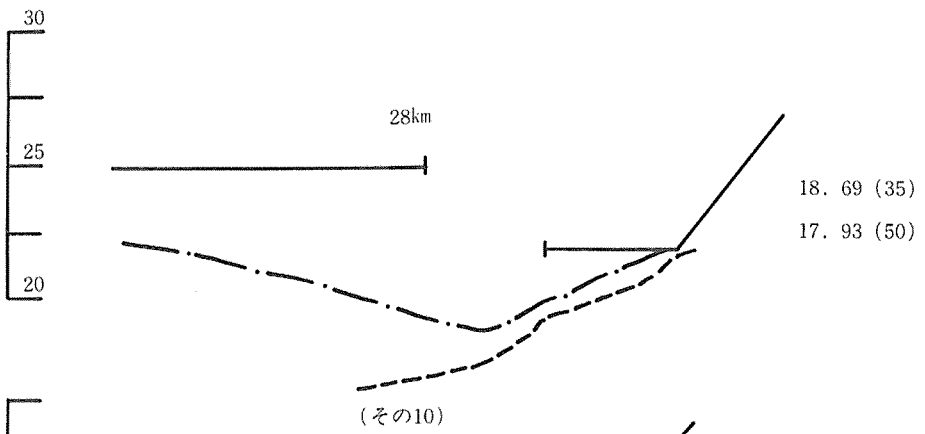
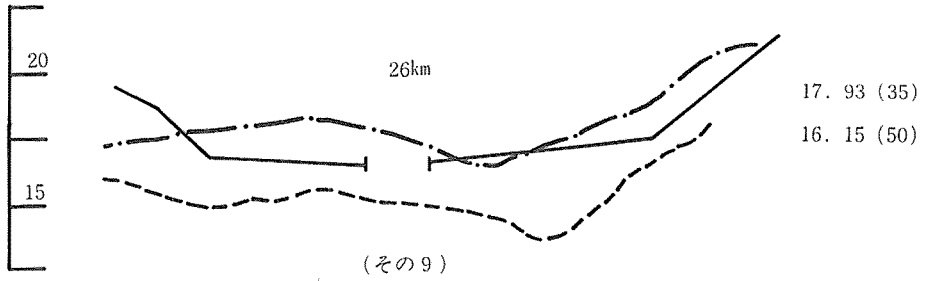


図-18 地下水水位横断面図





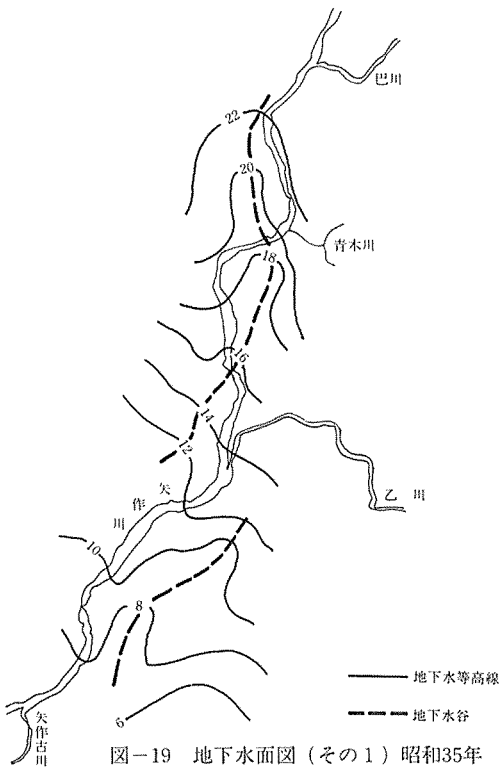


図-19 地下水水面図(その1) 昭和35年

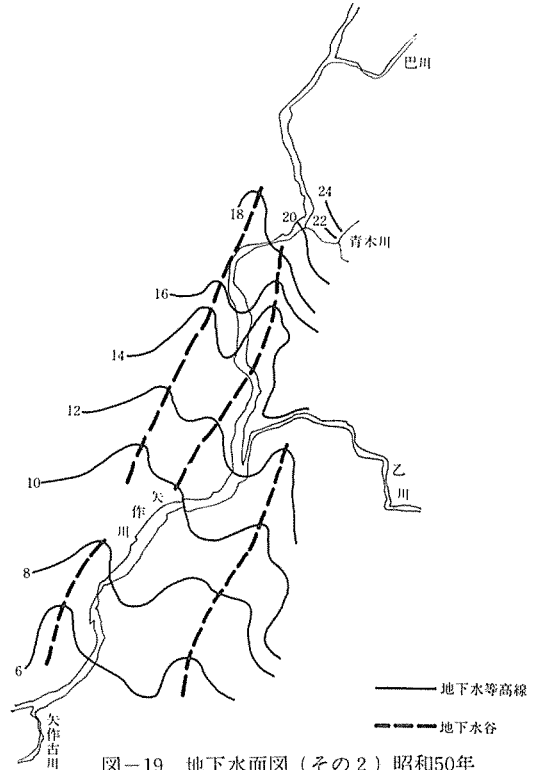


図-19 地下水水面図(その2) 昭和50年

表より次のことが読みとれる。

- 1) 河口より10kmの位置を境にして、下流では河床の上昇もしくは少しの低下、上流では全ての地点で河床低下が起っている。
 - 2) 昭和43年から47年までの4年間における4 km～32 km地点の平均河床低下は0.30mである。
 - 3) 渇水期の4年間の地下水位低下は、約0.10mである。
 - 4) 豊水期の地下水位は、約0.10m上昇している。
 - 5) 渇水期と豊水期の地下水位の差は、昭和43年で36 cm, 47年で53cmであり、47年の方が上昇高が大きい。
- 以上のことから次のことが推定される。

- 1) 渇水期の地下水位は、河床低下の影響を直接を受け、低下の方向にある。
- 2) 豊水期の地下水位も同様に河床低下の影響を受け低下の方向にあると考えられるが、表では0.10mの上昇を示している。これは、降雨およびカンガイ水により地下水位が上昇することと対応しており、表-24の地下水位差{(10月)-(2月)}をみると昭和43年, 36cm, 昭和47年, 53cmと増していることから、渇水期と豊水期の地下水位差は増大する傾向にある

と考えられる。

- 3) 2)の現象を農業水利面から考えてみると、渇水期と豊水期の地下水位差の増大は、カンガイ初期のシロカキ・田植期の用水量の増加を引き起こす。

Ⅲ. 矢作川とその周辺の地下水位変動と湧水地域について

矢作川をほぼ中心にして、左右 2.5km巾の地下水位横断面図、現況地盤高、矢作川の河床高について昭和35年と昭和50年の状況を示したのが図-18 (その1～その12)であり、この図から15年間の地下水位の変化がかなり明瞭にわかるので、これについて特に吟味してみる。

図-19 (その1～その2)は、昭和35年と50年の地下水等高線と地下水谷の位置を示したものである。

Ⅱ-aで示されたように、15年間の矢作川の平均河床低下と平均地下水位低下は、両者とも約 1.5mであった。このことから、地下水等高線と地下水谷の位置に大きな変化があると予想される。ところが、図よりその変化がそれほど顕著にみられない。これは、地下水位の低下が矢作川付近だけに限らず、広範囲にわたって(少なくとも両側 2.5km)発生しており、その低下量がほぼ同量で

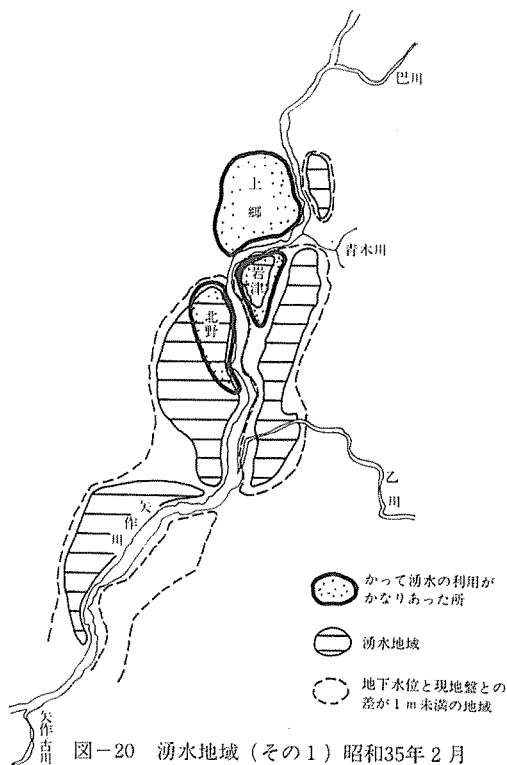


図-20 湧水地域（その1）昭和35年2月

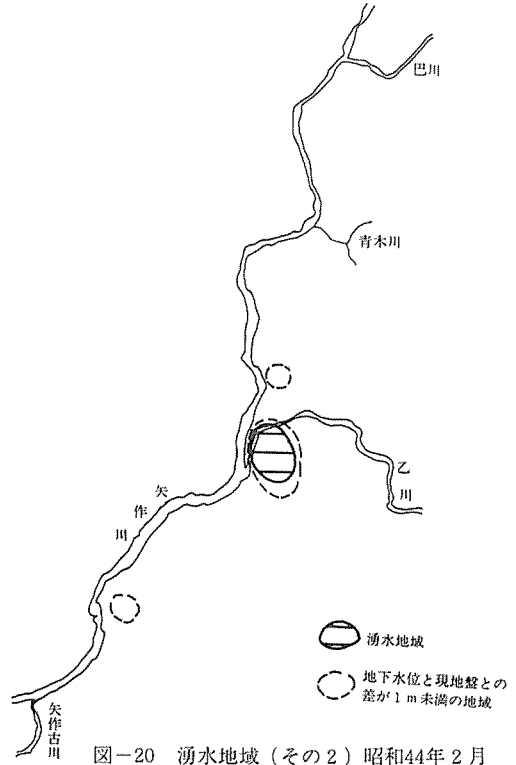


図-20 湧水地域（その2）昭和44年2月

あることを示している（図-18，表-25参照）。

また、20km付近を境にして（矢作川と乙川との合流地点）、下流に比べて上流の地下水位低下が大きいという特徴をもつ。

次に地下水位の変動と湧水地域の関係について吟味してみる。図-20（その1～その3）は、昭和35年、44年、50年の湧水地域と地下水位の高い地域（深さ1m未満）を表わしたものである。これらの図から、湧水地域が急激に減少していることがわかり、昭和50年の時点では農業上の湧水の利用がきわめて困難になってきていることが明示されている。また、図-20（その1）の昭和35年の湧水地域は、「昭和36年度矢作川土地改良事業変更計画書」の表2-7に示されている湧水状況とかなり対応している。

例えば、かつて湧水利用がかなり積極的に行なわれた岩津、北野用水地区は、図中の湧水地域と一致している。ただし、上郷地区については、湧水利用の方法（自噴水ではなく掘り下げた宗定川、渡刈川などの水路で湧水を承水して利用する方法）から考えて、昔からそれほど地下水位は高くなかったと思われるが、昭和35年の時点で既にかなり地下水位の低下が起っていたと予想される。

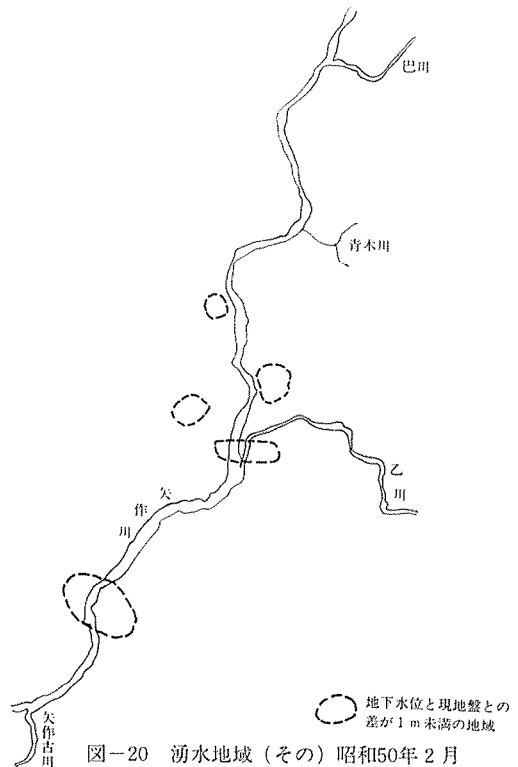


図-20 湧水地域（その3）昭和50年2月

表-25 矢作川周辺の地下水変動 (S35~S50)

地 点 キョリ	右 岸				左 岸				平 均
	2.0km	1.5km	1.0km	0.5km	0.5km	1.0km	1.5km	2.0km	
km	m	m	m	m	m	m	m	m	m
14	2.13	2.63	2.50	1.38	0.88	0.88	0.88	0.88	1.52
16	—	1.25	1.63	1.63	0.25	0.25	0.75	1.88	1.09
18	—	1.50	1.75	1.88	1.50	1.25	1.00	1.25	1.45
20	1.75	1.88	2.00	1.60	1.00	1.00	1.00	0.88	1.38
22	1.75	2.25	2.25	2.00	3.00	2.63	2.00	1.00	2.11
22'	1.50	1.25	1.63	1.88	3.00	3.38	2.75	2.50	2.24
24	2.25	2.75	2.75	2.00	1.75	1.75	1.75	—	2.14
26	2.00	3.25	3.25	2.50	1.75	3.50	3.38	3.25	2.86
28	—	—	3.25	2.13	0.63	0.63	0.75	—	1.48
平 均	1.90	2.10	2.33	1.88	1.53	1.70	1.58	1.66	1.84 / 1.81

以上、河床低下と地下水位の変化及び湧水地域の変化についてみてきたが、資料不足ということもあって十分な分析ないし考察はできなかった。

しかし、ここである程度の傾向は把握できたように思われる。例えば、河床低下と地下水位低下の関係およびそのおおよその影響範囲や湧水地域の減少状況などがそれである。

農業用水量との関係でいえば、水張り、シロカキ期の地下水回復水量の増加や養生期初期の地下浸透量の増加を促していること。ならびに、水源として利用されていた湧水・浅層地下水が枯渇し、水源転換を余儀なくされたことなどである。

とくに前者については、今後の農業用水需要量を考える場合に無視できない問題であり、なお詳細な調査、分析が必要となるであろう。

参 考 文 献

- 1) 農業土木学会：改訂三版農業土木ハンドブック，p. 135，丸善，(1969)
- 2) 長田昇，新垣雅裕：還元田のシロカキ用水量と農地工学的特性，三重大学農学部学術報告第50号，pp.83~91，(1975)
- 3) 山崎不二夫：土壤物理，pp.221~223，養賢堂，(1969)
- 4) 山崎不二夫監訳 (A. A. ローゼ)：土壤と水，p.45，東京大学出版会，(1963)
- 5) 長田昇，新垣雅裕：還元田のシロカキ用水量と農地工学的特性，三重大学農学部学術報告第50号，pp.87~88，(1975)
- 6) 山崎不二夫：土壤物理，p.232，養賢堂，(1969)
- 7) 八幡敏雄：土壤の物理，p.16，東京大学出版会，(1975)

Summary

In the YAHAGI drainage basin which is situated in the eastern part of Aichi prefecture, the authors have researched the elements of water requirement for rice field preparation. Main results obtained are as follows,

The elements of the water requirement for preparation are evaporation, the depth of flooding water, the saturation of the surface soil, and percolation. In a rough estimate, evaporation is 2—3mm, the depth of flooding water is 40 mm, the saturation of the surface soil is less than 40 mm, percolation is 0—200mm. Commonly, the water requirement for preparation is 80—120mm in a ill-drained paddy field, 100—150mm in a well-drained paddy field and 150—250mm in a leaking paddy field. Therefore, these differences are based on the total of the saturation of the surface soil and percolation.

The saturation of the surface soil is influenced by the ground-water table. When the groundwater table is lower than 1m from ground surface, saturation has a maximum quantity of 40mm. Percolation is influenced by the groundwater table and the soil texture of the subsoil (particularly, the coefficient of water permeability). When the water requirement for preparation is calculated, it is an effective means to establish patterns for the groundwater table and the soil texture of the subsoil.