

破間川における水温と稲作

—特に異常残雪に関連して—

新井 正*・西沢利栄・立石由己・戸谷康義
河川水温調査会

石橋 豊*・佐々木考・川越信清
東京農工大学

Water Temperature and Rice Crop in the Aburuma River Basin with Special Reference to Phenomenal Duration of Snow Cover

By T. Arai, T. Nishizawa, Y. Tateishi and Y. Totani

Kasen-Suion-Chosakai (The Research for River Water Temperature), Tokyo
and

Y. Ishibashi, T. Sasaki and N. Kawagoshi
Tokyo University of Agriculture and Technology

Abstract

It is assumed that the duration of snow cover which is prolonged into the ordinary cultivating season by heavy snowfall and cold weather may damage the crops. Concerning the rice crop, temperature of irrigation water is an important factor of damage. Cold water temperature brings the decrease of rice yield. River water temperature in a period from spring to early summer is partly governed by the amount of snow in the mountain region of the river basin. Investigation was made to obtain the relation between river water temperature and rice yield in a snowy region (Aburuma River, Niigata Prefecture).

Snowfall in the Aburuma river basin was small in the first year of the investigation (1964), but the region was attacked by heavy snow in the next year (1965). The duration of snow cover in 1965 was extremely prolonged by heavy snowfall in March and cold weather in April and May. Water temperature of the river, irrigation canals and rice paddy fields at several representative stations in these two years are compared.

River water temperature in ablation season is highly correlated with the amount of snow cover in early spring.

Investigations on rice yields were made in experimental fields, where measurements were conducted for the following factors: water temperature at three points of a paddy field, discharge of water, depth of water and rice yield.

* 本論文についての質疑応答担当者 (The writer responsible for this paper)

Besides these investigations, questionnaires as to rice yield and irrigation control were distributed to the farmers in the region, and the results obtained show that heavy snow affects on the cultivation and production of rice.

1. はじめに

この報文は昭和年39年度と40年度にわたって実施された、魚野川支流破間川流域における融雪冷水の調査研究のなかで、特に冷水害に注目してまとめられたものである。河川およびかんがい水路の冷水温が稲作に影響を与えることは、かなり重要な農業災害であると考えられている。特に日本海側の各河川の流域においては、融雪によって河川に冷水が供給され、かつ融雪期には流量が増加するために水温が小さくなるので、各河川は冷水河川と見なされている。このために一流域内全体の冷水の実態と、冷水が稲作に与える影響とが、破間川を例としてとりあげて調査された。

この流域内の1964年の降雪は比較的少なかった。1965年は3月から4月にかけて降雪があり、また4・5月の気温が低かったことも重なって、残雪がおそくまでつづき異常残雪による多くの災害をひきおこした。この調査も異常残雪が水温その他の水利条件を通して、稲作に与える影響を見出すために、1964年と比較しながらおこなわれた。調査は主として次の部分から成っている。

河川水温・流量調査

水田水温・使用水量・土性調査

収量および営農調査

そのほかに、残雪や融雪出水に関する考察をおこなうために、航空写真が利用された。この報文では、調査の結果は前年（1964年）と異常残雪年（1965年）とを比較して述べられる。

2. 流域の概要・調査項目

破間川の流域面積は約330 km²であり、年平均比流量は14.06 m³/sec・100km²、融雪期の4月と5月の比流量はそれぞれ 32.24 m³/sec・100km²、34.67 m³/sec・100 km²であり、他の河川と比較するとかなり大きい値を示している。流域は上流で黒又川と平石川にわかれる。黒又川には黒又第一・第二ダムが建設されている。一方の平石川にも、平石取水ダムと未沢発電所が建設されている。入広瀬村穴沢付近から下流の破間川本流にも、上条・細野・藪神の発電所が作られている。流域内の降雪量は極めて大きい。

流域内における水田分布とその用水系統は第1図に記

入されている。水田の面積は流域内の各村で、それぞれ次のようになっている。

広神村 9,306 反

守門村 4,873 反

入広瀬村 1,968 反

水利系統としては、支流からの取水が多い。本流からの取水もポンプ揚水の地区がある。ポンプ揚水の地区では使用水量が制限されるので、冷水害が少なくなっているのが特徴である。

調査はかんがい期間内における河川水温・水田水温・水田使用水量の測定と農作業に関するアンケート調査・水田土壌調査・気象および水文調査からなっている。各項目の測定方法は次のとおりである。

(i) 河川水温

流域内における発電所放水路や支流の合流を考慮して決定されたいくつかの地点において、主として採水器付棒状温度計（水銀、0.2°C目盛）によって、1日3回の測定をした。観測点は第1図に記入されている。毎日の測定は現地に依頼した。観測時刻は6時・12時・18時とし、この3回の単純平均をもって日平均水温とした。一部の地点では、サーミスタを温感部とした自記温度計が利用された。自記器械はこすり水による破損などもあって、観測全期間にわたって利用することはできなかった。

(ii) 水田水温

流域内に1964年には3か所、1965年には6か所の試験田を設定し、各水田内の水口・中央・水尻の3か所の水温を測定した。測定時刻および方法は河川水温の場合と同一である。

(iii) 水田使用水量・水深

守門村新下地区と広神村中島新田地区の試験田においては、流入口（水口）と流出口（水尻）にパーシャルフリュームをとりつけ、使用水量を自記させた。パーシャルフリュームは自記部分の事故が多かった。水田水深は1日3回、水温観測と同じ時刻に行なわれた。

(iv) 収量

上記試験田内において収量と収量構成に関する調査が行なわれた。そのほかに、アンケートによって、流域内全体の反当り収量を調査した。

破間川における水温と稲作—新井・西沢・立石・戸谷・石橋・佐々木・川越



図一1 破間川水系図および観測点

River systems and observation points in the Aburuma river basin.

- A: Hiraishi (平石)
- B: Ooshirakawa (大白川)
- C: Iribirose (入広瀬)
- D: Kamiijo Power Station (上条 P. S.)
- E: Kuromata Power Station (黒又 P. S. 放水)
- F: Shinshita (Hirai) (新下, 平井)
- G: Shinshita (Igarashi) (新下, 五十嵐)
- H: Ookura (大倉)
- I: Wada (和田)
- J: Aburuma bridge (破間橋)
- K: Nakajima Shinden (中島新田)
- L: Shitakura (下倉)
- ⊖: Electric power station
- ⊙: Pumping station for irrigation
- : Irrigation canal
- : Irrigated area (Rice paddy field)

表-1 破間水系用水系統
Irrigation systems in the Aburuma river basin.

番号	用水名	かんがい面積 ha	取水量 m ³ /s			取水河川名	常時取水量 1m ³ /s当り かんがい面積 ha
			最大	常時	濁水		
1	大白川用水	10	0.07	0.05	0.01	守門川	200
2	新田堰	10	0.08	0.05	0.01	破間川	200
3	東北電力黒又ダム 右岸	10	0.08	0.05	0.01	黒又川	200
4	" 左岸	30	0.21	0.15	0.02	"	200
5	平ノ又用水	20	0.14	0.10	0.01	烏川	200
6	長出原水路	10	0.09	0.05	0.01	"	200
7	新田堰	25	0.18	0.12	0	"	208
8	二分堰	12	0.09	0.07	0.02	西川	171
9	大宿堰左岸高倉用水	10	0.09	0.06	0.01	"	167
10	大宿用水	60	0.48	0.30	0.01	"	200
11	官橋用水 左岸	20	0.16	0.12	0.01	"	167
12	長島用水 右岸	100	0.70	0.50	0.01	"	200
13	東野名堰	25	0.19	0.13	0	"	192
14	新下揚水機	12	0.059	0.059	0.03	破間川	203
15	須原ダム	10	0.070	0.050	0.04	"	200
16	長堀揚水機	10	0.053	0.053	0.02	"	188
17	外山揚水機	10	0.072	0.042	0.01	和田川支川福山川	238
18	原堰	50	0.360	0.28	0.02	和田川	178
19	宮沢堰	35	0.25	0.18	0.03	"	194
20	長堀堰	38	0.25	0.19	0.03	"	200
21	新開堰	25	0.19	0.13	0.02	小屋柄川	192
22	甲乙堰	30	0.21	0.15	0.03	"	200
23	茂木堰	10	0.07	0.05	0.01	"	200
24	赤羽根堰	15	0.12	0.08	0.01	小黒川	188
25	長松堰	12	0.09	0.06	0.01	"	200
26	島堰	10	0.07	0.05	0.01	"	200
27	押切堰	13	0.09	0.06	0.01	"	217
28	山口堰	15	0.12	0.08	0.01	一ツ橋川	188
29	米沢大堰	10	0.07	0.05	0.01	日付川	200
30	山田大堰	10	0.08	0.05	0.01	"	200
31	田島堰	20	0.18	0.10	0.02	破間川	200
32	古堰揚水機	24	0.72	0.072	0.02	"	333
33	池平用水	425.6	1.700	1.700	0.42	羽根川	250
34	一日市堰	35	0.22	0.18	0.13	"	194
35	中島堰	10	0.77	0.04	0.01	"	250

注 * 図-1 の中の番号に対応する。

(v) 農作業・水利慣行

農作業の期日や水利慣行に関する調査は、主としてアンケートによって行なわれた。アンケートは各村に均等に配布された。回収率は良好ではなかった。

(vi) 気象および流量

流域内における気象観測施設、約10か所から、主として日平均気温と積雪の資料を得た。流量に関しては主要な発電所の流量のほかに、蕨神測水所（破間橋・中島新田）の資料を得ることができた。

(vii) その他の調査

流域内の水利の概況を知るために、水利系統調査がおこなわれた。各試験田については土壌調査・減水深調査がおこなわれた。

3. 気象および水文状況

3.1 積雪の比較

1964年と65年の積雪深の変化の比較は、図-2に示さ

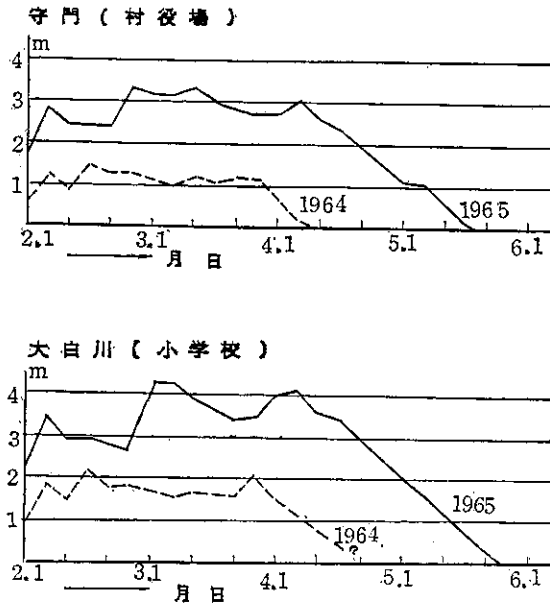


図-2 1964年と1965年の積雪深の比較
Comparison of depth of snow cover between the years 1964 and 1965.

Upper : Sumon (Shinshita)
Lower : Ooshirakawa

れている。1965年は前年に比較して約2倍の積雪深があり、また4月に降雪があったために、残雪は5月まで見られた。根雪の終日は、1964年よりも1か月近くおこなわれているが、1964年の積雪が平年より少なかったことを考えると、10日ないし20日のおくれと見られる。1965年の流域内の残雪の様子は、航空写真から知ることができるが、現地での観察によれば、次のとおりである。

5月12日：破間橋より上流の全地域に残雪が見られる。積雪深は守門で約1m、入広瀬（穴沢）で約2mである。

5月20日：守門村新下の田面の雪が消える。山には残雪が多い。

5月30日：新下より上流では、谷間に雪が残っている。大白川では平地にも残雪がある。守門岳は5合目

以上が完全に雪におおわれている。

6月14日：谷間の平野では、日陰に残雪がある。入広瀬村穴沢より下流の平地では残雪はない。守門岳は8合目以上と谷間に雪が残っている。

農地の残雪、農作業のおくれについては、後で述べる。

この地域の気温は、6月を除くと1964年よりもかなり低温であった。流域のほぼ中心部にある守門村役場の月平均気温は表-2のとおりである。

図-3には、1964年と65年の未沢発電所の使用水量が示されている。残雪の少なかった1964年には融雪出水の

表-2 守門における1964年と1965年の気温の比較（月平均）

Comparison of air temperature between 1964 and 1965 at Sumon (Shinshita), shown by monthly mean values.

月	1964	1965
3	4.9°C	2.7°C
4	12.8	4.7
5	15.6	12.4
6	18.0	19.2
7	23.7	21.7
8	26.2	24.4

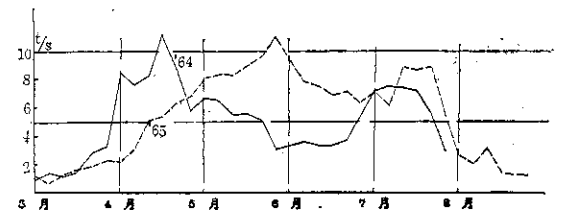


図-3 平石発電所使用水量
Discharge at Hiraishi Power Station.

最大は4月中旬に見られる。一方残雪が多く、気温が低かった1965年には、出水の最大は5月中旬から下旬に出現している。

3.2 流域内の積雪分布

1965年の積雪分布をもたらしした風向を航空写真上の雪面型から判読した結果によれば、この地域の卓越風は西風で、残雪の多い地域は破間川と他の河川との分水界となるような主稜線の風下側に多く、風上斜面に多い場合も主稜線に続く大きな支脈の風下側に多い事が分った。

この風向および残雪の分布傾向を比較するために、38.

1 豪雪の際撮影された航空写真から黒又川上流部を主とし、風向、残雪分布を判読した結果、一般傾向は、両年でほとんど差のないことが確かめられた。

年によるくせが同地域でほとんど認められないので、積雪分布を過去の積雪調査報告の値を利用して逆に推定することが可能である。ここでは、大白川の積雪深を基準にとり、斜面毎に、各点の海拔高度と大白川の値との差をプロットし、傾向線を求めてみた。なお、黒又川上流部は、大白川より栃尾又の方が距離的には近いので、栃尾又を基準にした場合も考えた。これらの傾向線を使って、各斜面の最多面積をしめる高度の、1964年の最深積雪を推定してみたのが次表である。

これによれば、大白川、栃尾又いずれを使っても積雪の相当水量は黒又川集水域で多くなる。

表一 各斜面の推定積雪深

Estimated depth of snow cover on slopes of the river basin.

斜面	基準地点	
	大白川	栃尾又
赤崩山北斜面	285 cm	320 cm
日向倉山北西斜面	210	245
未沢岳西斜面	356	356
数ヶ倉山南東斜面	425	500
新枝折峠北東斜面	456	400
未沢川	275	—
浅草岳北西斜面	354	—
守門岳南斜面	360	—

4. 河川水温・水田水温

4.1 水温の実態

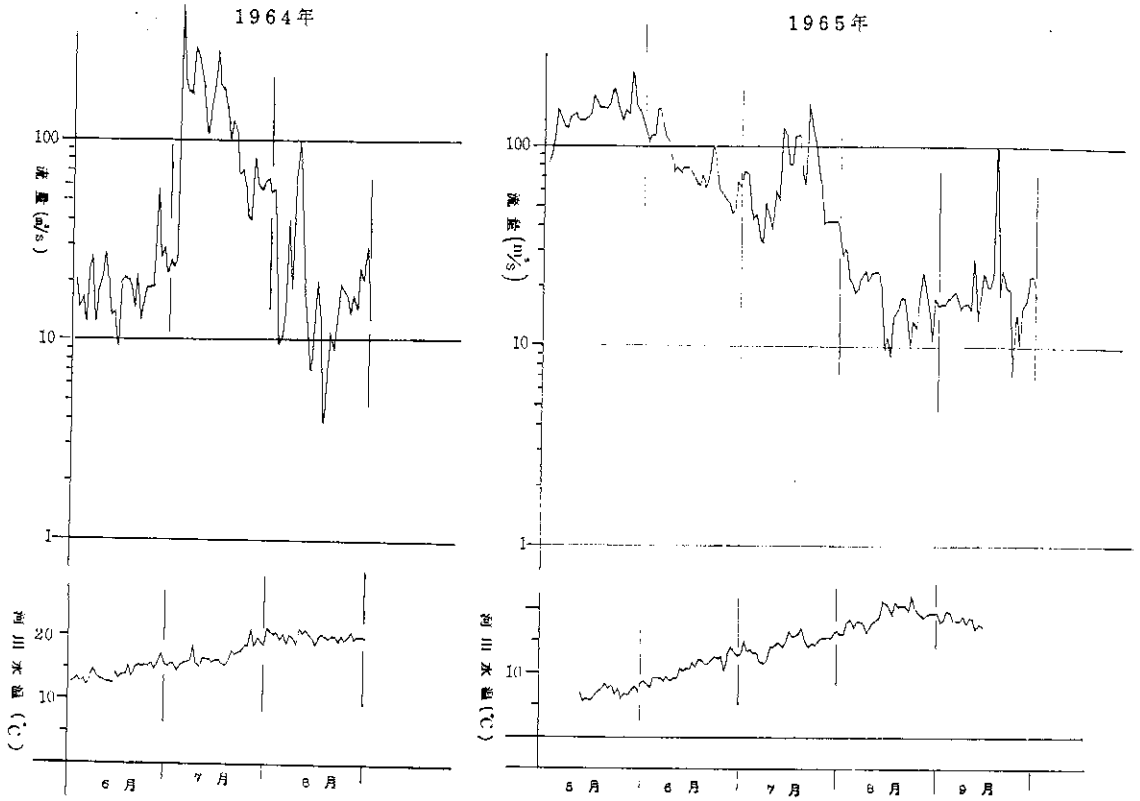
すでに述べたように、破間川においては融雪期の流量が極めて大きい。日本海側の各河川に関しては、比流量の大きい区間が冷水地帯であると考えられるから、破間川も冷水河川として扱ってよい。表一4は1964年と1965年の観測期間内の半月平均河川水温であるが、流域の出口に相当する破間橋において、夏の最高水温は20°Cを若干越えているにすぎない。河川水温の傾向としては、烏川・和田川などの支流が比較的高温であることが知られる。それに対して、守門岳から直接流出している大白川（守門川）や、黒又発電所からの放水を合流する藪神・破間橋では水温は低い。1964年と1965年の比較が完全におこなえる平石ダム・黒又放水口（黒又第一発電所放水口）・破間橋の3地点について水温変化を検討すると、次のような傾向を知ることができる。

表一4 半月別河川水温

River water temperature at the observation points, shown by five-day means.

月	半月番号	平石ダム	大白川	烏川	上条放水	上条本川	黒又放水	新下	和田川	藪神	破間橋			
		'64	'65	'65	'65	'65	'64	'65	'64	'64	'65			
5	4										6.7			
	5										7.6			
	6										7.0			
6	1	13.1	(機械故障)	6.4	11.6		10.2	17.3		11.8	13.0	8.5		
	2	12.3		7.6	12.1		10.9	16.7	15.0	13.2	13.6	9.1		
	3	11.9		8.3	13.6		10.9	15.9	17.3	13.0	13.1	10.1		
	4	14.4		8.7	15.3	9.8	14.3	11.3	7.8	18.5	18.4	13.7	14.0	11.6
	5	14.4		9.5	16.1	10.7	15.0	11.7	7.7	18.1	19.3	14.6	15.3	12.4
	6	14.8	15.8	9.7	17.5	13.3	17.3	12.3	9.4	18.1	20.6	15.3	16.0	12.7
7	1	15.2	16.5	11.5	16.7	14.0	17.0	12.8	10.1	17.1	20.2	15.4	13.6	
	2	14.7	16.6	11.6	18.8	14.5	17.3	13.3	3.0	15.8	20.0	14.7	16.8	15.4
	3	14.8	16.9	11.9	16.4	14.4	15.6	13.9	10.7	20.2	18.9	15.4	16.2	14.5
	4	15.0	17.4	13.4	18.7	14.1	16.1	14.7	10.9	17.3	20.2	15.8	16.0	16.0
	5	17.3	17.2	13.2	14.9	13.5	14.9	15.0	12.0	20.2	17.9	16.5	17.8	15.0
	6	20.0	18.6	14.7	18.7	17.7	21.9	21.5	8.1	22.7	21.4	18.7	19.5	15.6
8	1	21.2	20.4	15.9	19.2	19.1	(流水のため測定せず)	16.8	13.4	25.7	24.8	19.2	20.5	17.2
	2	20.4	20.5	16.2	19.7	22.2		17.4	13.5	22.6	25.5	19.8	19.7	17.6
	3	21.3	19.8	18.7	18.9	20.9		17.4	14.0	24.8	23.9	19.8	20.7	18.6
	4	21.7	20.6	17.3	20.3	21.7		17.9	14.8	24.7	25.7	20.4	19.7	20.4
	5	21.7	21.1	17.1	20.2	22.3		17.7	15.3	25.0	25.0	20.1	19.9	20.7
	6	21.0	20.3	18.7	24.6	20.4		17.2	15.2	24.7	23.2	19.7	20.1	19.4
9	1			16.2	18.7	21.3		15.0		23.0			18.7	
	2			14.9	18.5	19.6		15.1		20.0			18.3	
	3			15.5	16.7	17.7		15.5		29.4			17.9	
	4							13.4						

まず平石ダムにおいては、自記器械の示度に若干の誤差があると考えられるが、1965年は8月が低温になっている。7月は1964年のほうが低温であった。黒又放水については、全般に1965年が極めて低温になっていることが知られる。このことは黒又川第一、第二の各貯水池が融雪冷水を貯水し、また融雪期以降の流入水も比較的低温であったことを示している。黒又川の貯水池に融雪冷水が貯留されていることは、前項で述べられたように流域内の多雪域が黒又川源流浅草岳の斜面にあることを考えてもうなずける。黒又放水口における6月から8月までの低下量は約3°Cであった。破間橋においても1965年



図—4 破間橋における流量と水温
Discharge and river water temperature at the Aburuma bridge.

の水温は低下している。破間橋においては上流の各発電所の時間的に変化する放水量が、水温と水量の両者に影響を与えるので、1日3回の観測の単純平均で考察をすることはできない。しかし、便宜的にこの値を利用して1964年と1965年の比較をすると、6・7月においては1965年が3°C内外低下しているが、8月には1965年のほうが高温になる場合も見られる。

水田水温の半月平均値は表—5に示されている。水口の水温は大白川（守門川）でかなり低いことが目立っている。その他で低水温の地区は、入広瀬（烏川）と中島新田である。前者の水源は守門岳から流出する烏川である。後者の水源は破間川本流から直接取水されている。一方、水尻水温はその地点の気象状況によって支配されると考えられるが、ほとんどの地区で25~28°Cの範囲にある。両年の比較ができる新下と中島新田では、次のことが言える。

新下においては、1965年の水口水温は前年に比較して6~7月では3°C位、8月では1°C内外の低下がある。中島新田の水口水温は一般に1965年のほうが低く、8月に入ってからの低下が目立つ。中島新田における水尻水温は6月から7月にかけての期間において、1965年が高温になっている。このことは気温の傾向と一致する。8月には1965年が低くなっている。

4.2 水温の推定

融雪期においては河川の水は融雪水によって供給されるから、残雪量と水温の間には一定の関係があることが予想される。実際に融雪期の水温と、一定の期日の積雪量と間には良好な関係が認められる。融雪水の代表的な期間として6月上旬をとり、残雪期の一定日（3月20日、4月1日）の積雪深との関係は図—5に示されている。図に示されているように、4月1日の入広瀬における積雪深と水温との関係は、3月20日を採用した場合よ

表-5 半旬別水田水温
Water temperature in experimental paddy fields, shown by five-day means.

月	半旬 番号	大 白 川 1965		入 広 瀬 1965		大 倉 新 田 1964		新 下 (平 井)				新 下 (五十嵐)				和 田 1965		中 島 新 田				下 倉 新 田 1964			
								1964		1965		1964		1965		1965		1964		1965					
		水口	水尻	水口	水尻	水口	水尻	水口	水尻	水口	水尻	水口	水尻	水口	水尻	水口	水尻	水口	水尻	水口	水尻	水口	水尻		
6	1					19.9	23.0											15.4	22.3	14.8	22.0				
	2					16.0	20.1										16.0	22.9	15.3	21.1	15.6	23.5			
	3			16.5	21.6	16.1	19.9	16.5				16.9					17.5	23.6	15.0	20.5	17.1	24.9	20.2	20.8	
	4			19.2	23.6	19.2	23.9	19.7				20.0			17.9	21.5	19.0	25.0	17.1	23.5	16.4	25.0	23.9	24.4	
	5			19.4	19.7	20.2	22.6	20.3			19.3	26.2	21.1			17.2	21.7	20.1	25.9			17.8	25.7	23.2	23.9
	6	18.9	23.2	20.8	25.2	22.0	23.8	21.2			19.6	26.3	19.4			19.2	22.7	21.4	26.8			19.1	26.9	23.5	24.0
7	1	19.1	25.9	19.7	23.0	22.9	24.8	23.1		18.5	25.1	20.7			19.0	22.6	20.9		18.6	24.4	19.7	25.7	24.7	25.2	
	2	19.4	23.0	18.6	22.1	22.5	23.8	23.4		19.9	24.8	20.4			19.5	23.2	20.5	22.8	19.6	23.2	17.7	23.4	23.9	23.6	
	3	19.2	21.9	18.8	21.0	24.7	25.3	25.6		21.2	23.8	23.5			20.3	23.4	25.0	22.4	21.3	22.8	18.3	22.4	25.5	25.3	
	4	21.0	24.2	19.6	23.3	22.4	23.2	23.7		24.1		21.5			24.1	26.5	22.6		19.9	23.1	19.7	24.8	23.2	22.9	
	5	16.7	22.5	19.0	20.8	21.3	27.9	22.6		20.3		24.2			21.2	22.9	19.6		23.1	26.6	18.1	21.8	27.9	27.1	
	6	19.3	25.5	21.3	23.7	25.6	28.9	25.2		20.6		24.1			25.3	28.0	22.4		25.6	26.3	20.9	25.3	28.5	28.1	
8	1	21.7	26.6	24.3	25.8	24.0	28.5	25.6		23.1	28.7	26.3			25.3	23.3	24.4	27.6	25.3	28.2	23.5	25.2	28.1	27.7	
	2	21.1	24.2	23.8	25.3	25.0	26.5	24.3		24.7	26.9	23.7			25.0	28.3	25.0		24.1	26.6	21.3	25.5	26.6	26.4	
	3	20.0	23.5	22.4	23.4	24.7	27.8	25.7		23.0		25.3			23.1	24.7	23.9	24.8	26.3			22.3	24.5	28.1	27.8
	4			22.9	24.9	21.3	27.0	26.8		24.2	26.7	25.6			24.8	26.7	25.3		24.4	26.9	23.2		27.4	27.2	
	5	20.3	23.8	22.9	24.2	25.1	26.4	26.0		24.7	26.1	25.2			24.4	26.2	24.9	24.8	25.7	27.5	22.5	24.5	27.3	26.5	
	6	20.1	23.2	22.4	21.9	26.0	25.4	24.8				24.8			21.7	23.4	22.9		25.0	26.5	20.9	22.5	25.8	25.4	
9	1	19.9	21.3	21.3	22.3					21.8	23.5				23.1	24.3	21.3				22.1	22.4	23.6	23.4	
	2			18.8	19.7					19.6	20.5				20.2	20.9	20.5				20.2				
	3			18.6	19.7										20.2	21.2	19.6				20.4				

りも良好である。38・1豪雪の報告で、同様な関係が庄川において求められたが、そこでは3月15日の残雪との関係が良好であった。場所によるこの期日の差は、気温などによる融雪期の差によって生ずるものであろうと予想される。6月の第1半旬の破間橋の水温と4月1日の入広瀬積雪深(Hm)に対する回帰を求めると次のようになる。

$$\theta_w = -2.13H + 14.33 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

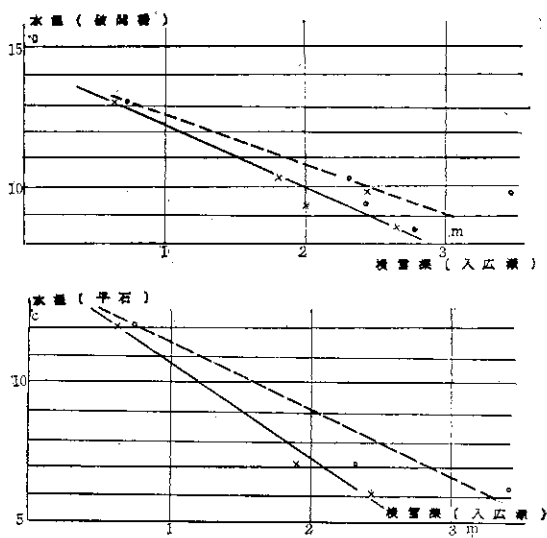
この方式は融雪期の水温の予想に利用される。

気温と水温の関係は図-6に示されている1964年と1965年とは統計期間が異なっているが、破間橋においては5~6月に水温が低かったことが知られる。融雪冷水の出方は、毎年の積雪、春から夏までの気象条件および上流におけるダムによる冷水の貯留などが複合した結果であるので、その様子は年々異なっているであろうと予想されていた。今回の調査では、この点が明らかに

なった。

5. 農業水利事情

破間川水系の農業水利は、毎年のように、流域の融雪にともなわれる冷水の影響を受け、稲作に相当の生育障害(冷水災害)をもたらしている。とくに昭和40年の異常残雪は、融雪の遅延をまねき、この水系に著しい冷水の害を導いた。これらの状況を明らかにするため、昭和39年の農業水利調査にひきつづいて昭和40年に現地の調査を行い、またこの地域の概要について全般的な理解を得ようとして、広神村、守門村、入広瀬村の各農家につきアンケートによる調査を行った。アンケートは3か村について、それぞれ150部を地域的に広く行きわたるように配布し、回答を求めた。その回収率は広神村36%、守門村57%、入広瀬村49%で、必ずしも十分ではなく、回答者の関係水田面積の各村ごとに全水田面積に対する割合は、広神村4%、守門村11%、入広瀬村20%で小さかつ



図一五 6月第1半旬水温と残雪期の積雪深との関係
Relation between water temperature in the first five-day period of June and depth of snow cover in ablation season at Iribirose.
Upper: Aburuma bridge, lower: Hiraishi,
○: by use of the depth of snow cover on March 20, ×: by use of the depth of snow cover on April 1.

た。しかし幸いに回答者が部落的に分散し、局所的な片よりがなく、ほぼ均等に得られたので、この地域の概括的な状況を知るには十分に役立つと考えられた。

以下に農業水利の概要をとりまとめ、次章に異常残雪の昭和40年と平年と考えられる昭和39年との比較について記すこととする。

5.1 水田の土性

農業水利調査にあたって水温の測定、用水量の観測などを実施した試験水田の土性は、表一6のようである。

また全般的な概要は、アンケート調査によれば、広神村は作土、心土ともに砂土、砂壤土が多く、守門村は作土は砂土～埴壤土、心土は砂壤土～埴土、入広瀬村は作土は砂土～埴土、心土は砂壤土～埴壤土であり、作土の深さはおおむね20～30cmで、広神村がやや浅く、守門村、入広瀬村がやや深い。耕深は3カ村とも約20cmである。

5.2 かんがい用水および方法

この地域のかんがい用水は、約86%が破間川水系の沢

表一6 試験水田の土性

Properties of soil in the experimental paddy field.

昭和39年調査

位 置	作 土	心 土	作土の深さ cm
大 倉	埴土～埴壤土	埴土～埴壤土	62
新 下(平井)	砂壤土～埴土	砂壤土	25
新 下(五十嵐)	砂壤土～埴土	砂壤土	59
下 倉	砂壤土～埴土	砂壤土～埴土	14
中島新田	砂土～砂壤土	砂土	28

昭和40年調査

位 置	作 土	心 土	作土の深さ cm
大 白 川	砂壤土～埴土	砂土～砂壤土	27
穴 沢	埴土～埴壤土	埴土	65
新 下(平井)	砂壤土	砂土	30
新 下(五十嵐)	埴土	砂壤土～埴土	58
和 田	砂壤土	砂壤土	18
中島新田	砂土	砂土	25

および河川を水源とし、その残余が池、湧水、その他によっている。したがって用水の水温は融雪による河川の冷水温の影響を直接に受けるところが多く、また河川に設けられた発電用貯水池、導水トンネルなどの影響をうけやすくなっている。

用水の水量は大部分は十分に得られている。しかし局所的には、位置的に確実な水源を求めることが困難なため、不足しているところがある。

かんがい方法は、広神村、守門村ともに、とめ水が多く約80%を占め、残りがかけ流しであるが、入広瀬村ではとめ水とかけ流しがほぼ同じ割合に見られる。このことは、原則的には、用水の水温が融雪により比較的に低いから、とめ水して水田区内の水温の上昇をはかり、冷水害をなるべく少くしようとする考えにもとづいているが、入広瀬村では、水温が低いことよりも、田区が不整で、用水路の配置が不備なため、田越しかんがいをを行い、かけ流ししていることにもとづいている。

水稲の生育時期にもよるが、とめ水するときの1回のかんがい水深は、大体5～10cmで、かん水を止める時刻は朝早くが最も多く約50%で、夕方が約30%で次いでおり、またとめ水する日数は3日以内が普通で、4日以上にわたることは少ない。したがってこの地域では1回のかんがい水深が約10cm、3日間とめ水するのが平均

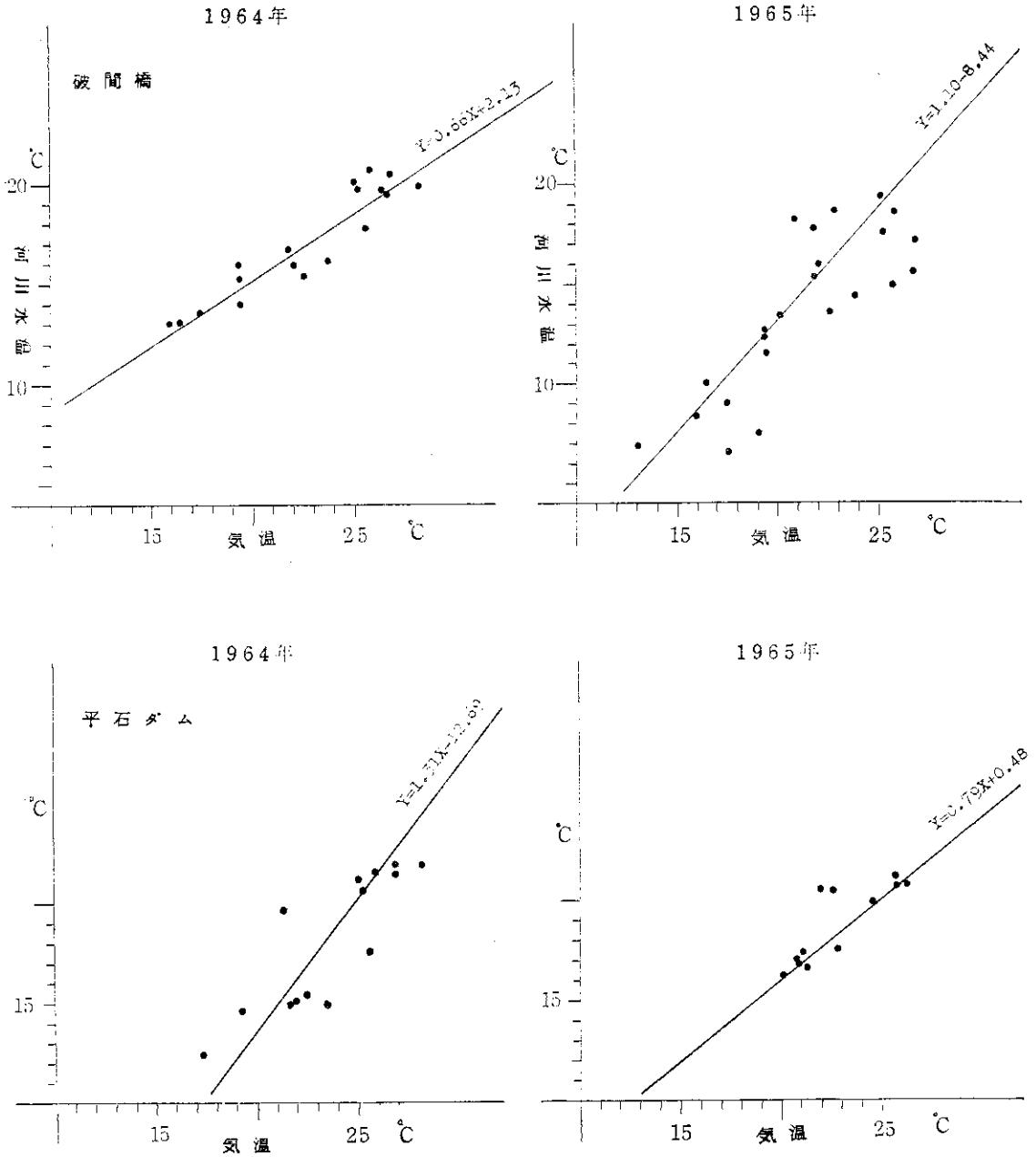


図-6 気温と水温との関係

Relation between air temperature and river water temperature.
 Upper : Aburuma bridge, lower : Hiraishi, X : air temperature,
 Y : water temperature.

のようで、日減水深は約30mmでやや大きい。昭和39年につづく昭和40年の現地調査による試験水田の日減水深の実測値は表一7のようで、それぞれの水田の土性との関連で理解される。

表一7 試験水田の日減水深
Water requirement index in the experimental paddy field (in mm/day).

昭和39年調査

位 置	日 減 水 深 (mm/日)
大 倉	15
新 下 (平井)	30
新 下 (五十嵐)	20
下 倉	23
中島新田	34

昭和40年調査

位 置	日 減 水 深 (mm/日)
大 白 川	32
穴 沢	22
新 下 (平井)	31
新 下 (五十嵐)	25
下 倉	26
中島新田	43

5.3 冷水による被害

広神村、守門村、入広瀬村は従来とも、毎年のように融雪による冷水の影響を受け、多くの水田の水口に水稻の青立ちを見ている。その程度は上流位の入広瀬村が最も大きく、広神村がこれに次いでいる。この広神村が守門村よりもやや大きく見られるのは、発電用水の放流の影響のためのものである。冷水の被害を防ぐための用水の昇温施設は、従来約67%位設けられているに過ぎず、その方法も簡単な回し水が大部分で、ため池、温水路などは僅かである。

このように、この地域の農業水利は、年ごとに破間川流域の融雪にともなう河川水温の低下の影響をうけているが、昭和40年のように異常残雪になれば、融雪が遅延し、水田稲作はとくに重大な災害をうけることになる。

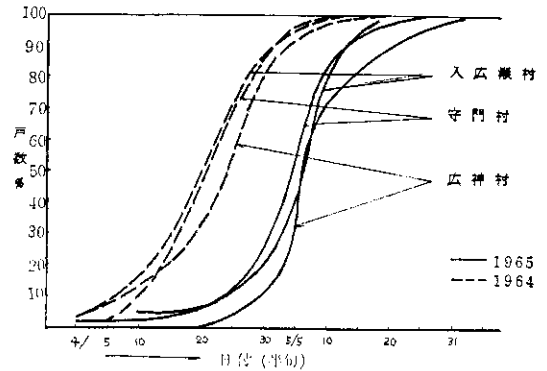
6. 異常残雪の影響

6.1 作付期の遅延

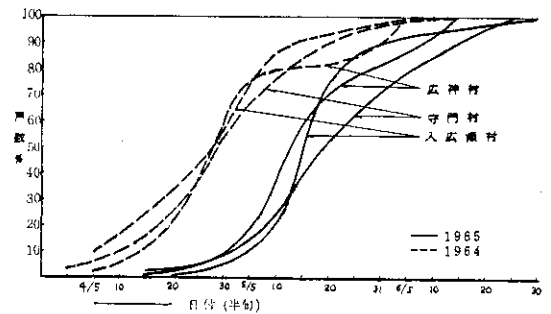
耕地の消雪は、本田では普通自然に融雪するのをまつが、苗代では本田の消雪(融雪)期を予測し、時を選んで人為的に除雪したり、また融雪を促進させ消雪するよ

うにしている。

この地域の消雪期は苗代、本田とも、例年広神村が最も早く、守門村、入広瀬村の順に上流位程おくれる。図一7は苗代について、図一8は本田について、昭和39年



図一7 融雪時期(苗代)の分布
Distribution of the dates when snow cover disappeared from rice plant nurseries.



図一8 融雪時期(本田)の分布
Distribution of the dates when snow cover disappeared from rice paddy fields.

と昭和40年の消雪期の割合をアンケート調査によりまとめたもので、ともに39年に比較し、40年は3か村とも約10~15日おくれており、上流位の入広瀬村ほどそのおくれの程度が大きい。地域全体としては、苗代の消雪は、39年には4月末までに約90%であったに対し、40年は20%に足らず、5月10日頃によりやく80%に近づき、本田の消雪は、39年には5月10日頃までに約80%であったに対し、40年は約25%に過ぎず、5月末になって80%に達している。

このように異常残雪のため消雪期がおくれることは、農作業に全面的に影響し、播種期も田植期も適期を逃がすようになり、またその後の生長にも重大な影響を与える。

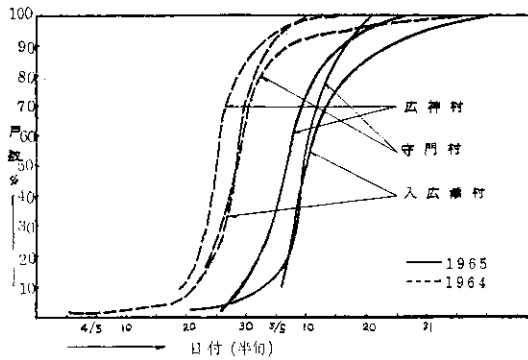


図-9 播種日の分布
Distribution of the dates of seeding.

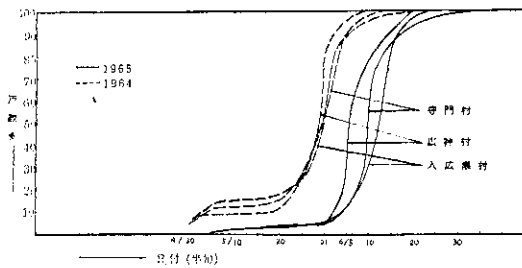


図-10 本田植付期の分布
Distribution of the dates of planting.

図-9は播種期について、図-10は田植期について、39年と40年の割合をアンケート調査によりまとめたもので、今年の消雪期が昨年より約10~15日おくれたため、播種期も田植期も約10~15日おけている。3か村をまとめると、播種期は、39年には4月末までに播種を行ったものが70%、5月5日までに94%であったに対し、40年は4月末までに僅かに6%に過ぎず、ようやく5月15日までに83%になっている、また田植期については、39年には5月末までに田植を行ったものが55%、6月5日までに91%で、おそくも6月中旬におわっていたに対し、40年は6月10日までが54%、6月15日までが86%で、おそいものは6月下旬、7月上旬にまでおよんでいる。

水稻の栽培品種の選択は、できればその年の気象状態を予想し、それに対応させた作付計画にもとづいて行うことが望ましいが、実際には、多くの場合、その地域の奨励品種への関心と、従来よりの慣行によってあらかじめ用意されることが多い。40年のような異常残雪についても、これによく対応させる栽培品種をうまく選択することは望ましいが、なかなか困難である。

40年の栽培品種は、アンケート調査によれば、主要品種は39年と同様で、早生では越路早生、中生では越光、晩生では千秋楽が栽培されており、その他もほぼ同様の割合であるが、比較して40年にやや多くなったのは豊年早生、越ヒビキ、やや少なくなったのは山ヒビキ、銀河、越栄である。早、中、晩生の割合は、40年は39年に比較し早生が約5%増加し、それだけ晩生が少くなっており、中生はほぼ同じに栽培されている。

これらの水稻の生育に対しての用水の低温による影響は、アンケート調査の結果、39年には68%が影響があったとしているに対し、40年は87%となり、約20%増加しており、またその程度についても、影響が多いとするものが39年には6%に過ぎなかったに対し、40年は27%にもなり、非常に強くなっている。このことは水田水口の青立が、39年には69%見られたに対し、40年は86%と増加し、ことに上流地域が著しく、入広瀬村では39年67%、40年90%、守門村で昨年61%、40年81%、広神村で39年83%、40年88%となっていることに関係している。広神村の数値が39年、40年ともにやや大きいのは、さきに記したように発電用水の放流による影響のようである。

6.2 収量の減少

田植期がおくれれば、一般に刈取期もおくれる。

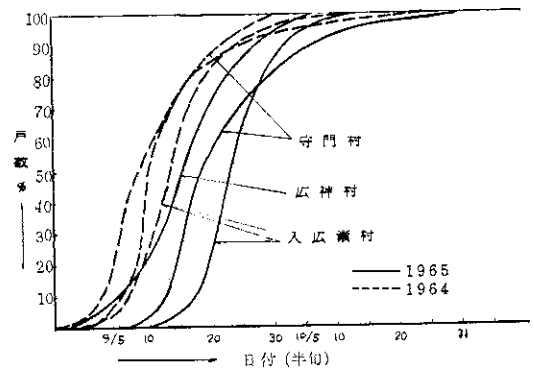


図-11 刈取期の分布
Distribution of the dates of harvest.

図-11は刈取期について、39年と40年の割合をアンケート調査によりまとめたもので、39年に比較し、40年は平均して約10日おけている。地域全体としては、39年には9月15日までに65%、20日までに86%、25日までに92%の刈取が見られたが、40年は9月15日までは僅かに22%、20日までに52%、25日までに75%、30日までに86%、10月5日までに95%となっている。

40年の異常残雪は昨年に比較し、このように農作業に、また水稻の生育に影響することが多く見られたが、それらは反当収量の差異としてあらわれている。

40年の各試験水田についての収量調査の結果は表一8のようで、それぞれとも冷水の影響をうけ、作付期の遅

表一8 昭和40年調査区(試験水田)の収量調査
(県農試堀之内試験地標準区との比較, %、▲印減)
Rice yield in the experimental paddy field.

位 置	稈 長	穂 長	m ² 当莖数	m ² 当収量	千粒重
大 白 川	▲ 24.4	▲ 2.0	▲ 25.7	▲ 54.4	▲ 16.6
穴 沢	▲ 9.8	▲ 15.4	▲ 2.5	▲ 39.7	▲ 14.2
新 下(平井)	▲ 7.6	▲ 3.4	▲ 33.9	▲ 30.5	▲ 11.4
新下(五十嵐)	▲ 5.9	▲ 4.2	▲ 22.7	▲ 20.2	▲ 27.2
和 田	▲ 4.4	▲ 5.5	▲ 5.5	1.9	▲ 25.5
中島新田	▲ 7.1	▲ 12.8	▲ 4.8	▲ 17.9	▲ 12.7

延で不作となり、上流ほど収穫が減少し、屑米の量が増加している。これは生育の遅延、ウンカ、穂首イモチ、青立などによってあらわれたものと考えられる。

またアンケート調査によれば、平均反当収量について、40年は39年に比較し、広神村では0.2俵、守門村では0.6俵、入広瀬村では0.9俵を減少し、3か村平均では

0.7俵の減少となっており、反当収量が8俵以上のものが広神村では39年72%、40年57%、守門村で39年73%、40年34%、入広瀬村で39年47%、40年14%となり、ことに上流地域ほど異常残雪による被害を強く受けていることが明らかに知られる。

このように40年の異常残雪は、作付期の遅延を導き、かんがい用水の低温の影響を大きくし、水稻の生育をさまたげ、病虫害を助長し、反当収量の減少を結果させている。

これらより、農業水利よりみて今後には注意しなければならない点をあげれば、次のようである。

- ①気象および河川水温の観測施設を充実すること。
- ②苗代、本田の消雪を促進する方法を研究すること。
- ③耐病性、耐冷性の品種を選択し、改良すること。
- ④保温育苗、室内育苗、共同育苗など、育苗について研究すること。
- ⑤かん水方法を工夫し、適期に適量の水をとめ水してかんがいすること。
- ⑥客土、床締めなどにより水田土壌を改良すること。
- ⑦ところによっては排水施設を改良すること。
- ⑧水田の区画を整理すること。
- ⑨用水の水温上昇施設を充実すること。
- ⑩農業水利よりみた水管理の合理化をはかること。