



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	降雨時の水管理と有効雨量：石狩川流域の農業水利に関する研究（Ⅲ）
Author(s)	梅田, 安治; UMEDA, Yasuharu; 中村, 和正 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 15(3), 272-281
Issue Date	1987-03-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/12070
Type	departmental bulletin paper
File Information	15(3)_p272-281.pdf



降雨時の水管理と有効雨量

—石狩川流域の農業水利に関する研究 (III)—

梅田 安治・中村 和正・佐々木 正人

(北海道大学農学部土地改良学教室)

(昭和 61 年 12 月 3 日受理)

Water Management in Rainy Weather and Effective Rainfall —Study of Agricultural Water Use in the Ishikarigawa Basin (III)—

Yasuharu UMEDA, Kazumasa NAKAMURA
and Masato SASAKI

(Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

I. はじめに

水田灌漑の用水の安定化を求めるとき、自然流下流量のみによることなく貯水池等を求め、さらにそれが大型化する傾向で進展してきたのは当然のことである。石狩川流域でも取水量の大きな頭首工では、水源の全てまたは一部をダムに依存する施設が多く、特に中流域の頭首工では半数以上がこのような施設であることは先に報告した。また、石狩川流域では地形など自然条件をはじめ近代技術による造田開発・水源開発がなされてきたことなどから一取水施設の支配面積すなわち、取水～配水組織は極めて大きい。一方、水田灌漑計画における有効雨量の見積りが重要になってきている。現在、一般的に採用されている考え方は、「日雨量 5～80 mm の 80% を積算し、それを有効雨量とする」というものである。しかし、降雨の量ではなく、圃場の湛水状態、稲の生育時期、また灌漑組織の規模・管理形態等多くの要因に支配されていて、一律には決め難いのが実状であろう。

そもそも、有効雨量は圃場用水運用の営農技術を規範とするものであるから、水源・灌漑組織が大きく異なる現況では、その技術的な整合性が検討されるべきであろう。ここでは、それらの基礎的問題点を明確にするため石狩川流域の北村・潤の津の 2 地区及び 4 頭首工における降雨時の取水管理の実態から降雨の有効化利用の状況すなわち、有効雨量について検討した。

II. 降雨の有効化について

(1) 圃場での降雨の有効化

水田用水計画における降雨の有効利用は、水田が降雨を貯留できるということに基づいている。個々の水田のもつ条件や、栽培時期等によって、貯留能は異なる。これまでの計画では、下限 5 mm、上限 80 mm とし、その積算の 80% が有効利用されるとしていたが、これは、実際の有効雨量の値と比べるとかなりくい違っている。

水田への降雨は一部水稲に附着する以外は田面に貯留され、用水として利用される可能性を持っている。水稲附着により有効利用されない降雨量としては、日雨量 10 mm 未満というのが一応の目安になっている。例えば、府県のある圃場では、10 mm 未満の降雨に対しては翌日からの取水はほとんど降雨前と変わらず、10 mm 以上の降雨に対しては翌日の取水をストップしたり、また降雨前より取水量を減らしているとの報告¹⁾もある。しかし、日雨量 10 mm 以上の降雨であっても、全てが有効に利用されているわけではない。日雨量 5 mm～80 mm の 80% という計画値に比べ、圃場での降雨の貯水可能量や実際の貯水量はかなり小さいとの報告²⁾や、日雨量 5 mm 未満を無視し、上限を 20～30 mm として算出した値が、実際の値に最もよく合致したとの報告¹⁾もある。例えば、深水灌漑がなされている場合は許容湛水深は小さくなるし、掛け流し灌漑を実施しているところでは、湛水深が落水口で管理されているため余分な降雨は落水されてしまう。また、水稲の生育時期によっては、

ある量以上の湛水は生育上望ましくないので排水されてしまう等の理由による。このように、水田における有効雨量は、降雨前の湛水状況や畦畔の高さ、落水口の高さ、水管理状況等により異なり、一律には決め難いのが現状である。

(2) 放流・取水施設での降雨への対応

一般に、水田へ補給放流しているダム・貯水池では、降雨時には、放流量を減らし、貯留量の温存を図ることになっている。

この放流減少量は、圃場において有効化されると予想される降雨量に対応して決められる。しかし、府県の例では、「実際には、日減水深以下の降雨の場合には広大な地域においては厳格な分水操作は不可能である。もし、取水工、分水工の断水操作をすれば、30~40 kmに及ぶ長大水路では復水するまでに一昼夜を要すること等から日減水深以下の降雨量の場合には結果的には無視することになる。また、日減水深以上の降雨の場合においても、降雨状況を的確に判断して断水操作をしないと、ことに末端水路が開水路である場合は、満流していた水路中の水量が無効に放流されてしまい、復水にその分ま

で余分な水量が必要となり、総量的には超過取水の原因になることもある」との報告³⁾もある。

また、ダムからの放流量が受益地の末端圃場に届くには数日を要するため、ダムからの放流量は数日後の降雨量を予測して行わなければならないが、正確な降雨量の予測はできないため、計画基準年のような渇水年には降雨がないとした安全側のダム放流を行わざるをえず、その意味で、降雨の有効性はゼロとなっているのが実態といわれている⁴⁾。

このように、広い地域に影響を及ぼすダム・貯水池での放流量調節および取水施設での取水量調節は非常に難しく、降雨に対する反応は圃場の場合よりもさらに鈍くなっているというのが現状である。

III. 圃場における降雨時の取水操作

(1) 基本的考え方

まず、圃場で消費される水量(浸透量, 蒸発散量, 栽培管理用水量)の総和を基準取水量 (Q_0) とし、該当期間の記録から当日及びそれ以前3日間無降雨の時の圃場に取り入れた水量を平均して求めた。この値と取水量

Table 1. The calculation method of the management water requirement for distribution (M) and the effective rainfall (R_e) by the actual intake (Q), rainfall (R) and the standard intake (Q_0)

sphere object	$Q_0 \geq Q + R$		$Q_0 \leq Q + R$	
	M	R_e	M	R_e
the preferential use of rainfall	$M=0$	$R_e = R (R_e \leq Q_0)$	$M = Q - (Q_0 - R_e)$	$R_e = R (R_e \leq Q_0)$
the preferential use of the intake	$M=0$	$R_e = R (R_e \leq Q_0)$	$M = Q - Q_0 (0 \leq M)$	$R_e = Q_0 - Q (0 \leq R_e)$
the proportional use	$M=0$	$R_e = R (R_e \leq Q_0)$	$M = (Q + R - Q_0) \frac{Q}{Q + R}$	$R_e = Q_0 \frac{R}{Q + R}$

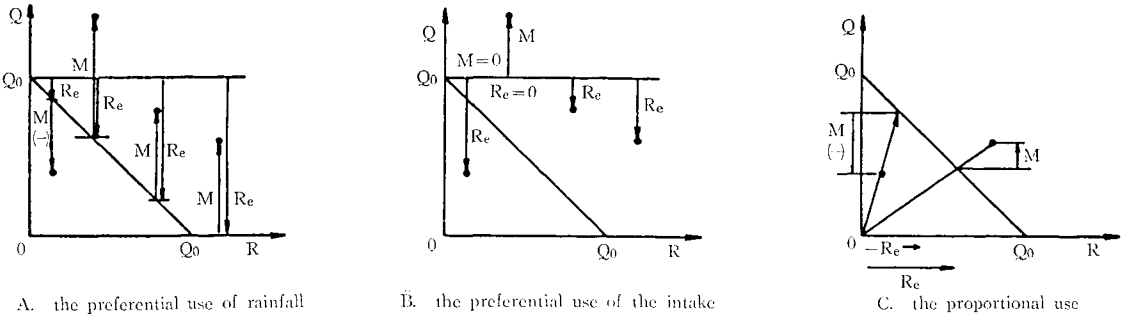


Fig. 1. The way of thinking to calculate the management water requirement for distribution and the effective rainfall.

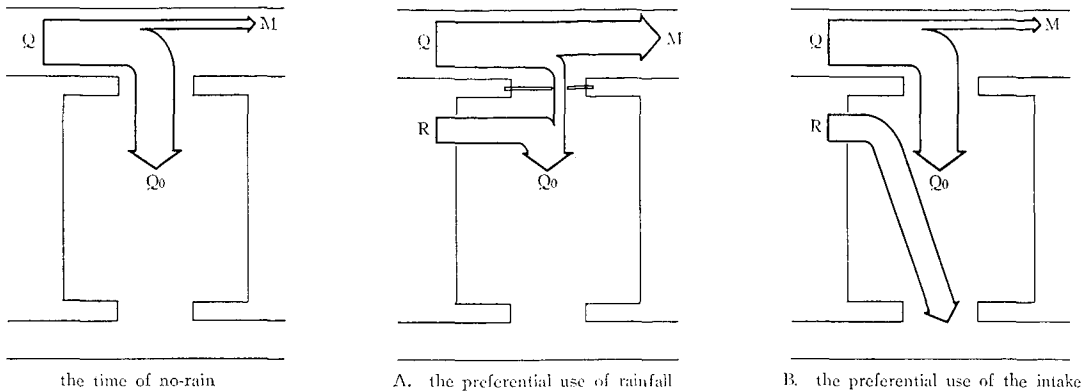


Fig. 2. The water control at paddy fields in rainy weather.

(Q), 降雨量 (R) とから, 配水管理用水量 (M) と地区有効雨量 (R_e) を計算した。ここで, Q_0 は, 生育期別 (シロカキ・田植え期, 田植え後～中干し前, 中干し期, 中干し後) に設定したが, データの関係上, シロカキ前の Q_0 は計算不可能であった。

配水管理用水量は次に述べる A, B, C の 3 通りの考え方々について計算し, その 3 つの計算値の中で, どれが実測値 (小用水路末端から排水路へ流出する水量) に最も近いか比較し, この結果から圃場における降雨時の水操作がどの考え方に基づいて行われているかを検討した。3 方法による配水管理用水量と有効雨量の具体的な計算方法を Table 1 に, 考え方を Fig. 1 に, そしてこれら 3 方法の模式図を Fig. 2 に示す。

A の降雨優先利用は, 圃場への降雨は全て有効利用される, すなわち降雨のたびごとに降雨の量だけ用水路からの取水量を減らす減水操作が完璧に行われるとしたもので, B の取水優先利用は, 圃場への降雨は全て有効利用されない, すなわち, 降雨があっても用水路からの取水量を減らす操作が全く行われなかったとしたものである。C の比例利用は, 用水路からの取水量と圃場への降雨量が, その水量の比によって利用されるとしたもので, これは実際の取水操作にあてはめると, A のように降雨を全て利用するか, B のように全て利用しないかという両極端の操作方法に対し, 降雨に対応して, ある程度減水操作がなされる場合に相当する。

以上の考え方をもとにして, 北村・涓の津の 2 地区に 10～11 ha 程度の調査圃場 (モデルブロック) を設け, 圃場での降雨時の取水操作について検討する。

(2) 北村地区における事例

北村地区モデルブロックは, 石狩川より取水する北村揚水機掛りの 11.2 ha の圃場である⁵⁾。ここでの用水

路末端流量の実測値と, 前述の 3 方法による配水管理用水量の計算値を比較し, 実際の水操作が 3 方法のいずれに近いかを検討する。

ここで, A, B, C 3 方法において実測値との適合性を調べてみる。データ数の多い田植え後～中干し前にいて, 配水管理用水量の計算値/用水路末端流量の実測値を計算すると,

A 方法: 2.72

B 方法: 1.09

C 方法: 2.01

となった。従って, B 方法による計算が最も現状に適合しているといえる。

以上より, 北村地区モデルブロックにおいては, 取水優先の水操作が行われており, 降雨がほとんど有効に利用されていないことがわかる。

(3) 涓の津地区における事例

涓の津地区モデルブロックは, 石狩川水系恵岱別川の支川である小豆川より取水する涓の津頭首工掛りの 10.2 ha の圃場である⁵⁾。ここでも, 北村地区と同様に田植え後～中干し前の配水管理用水量の計算値/用水路末端流量の実測値を計算すると,

A 方法: 1.35

B 方法: 1.01

C 方法: 1.13

となり, B 方法による計算が最も現状に適合しているといえる。

以上より, 涓の津地区モデルブロックにおいても, 北村地区と同様, 降雨がほとんど有効に利用されていないことがわかる。

以上の検討より, 北村・涓の津の両地区のモデルブ

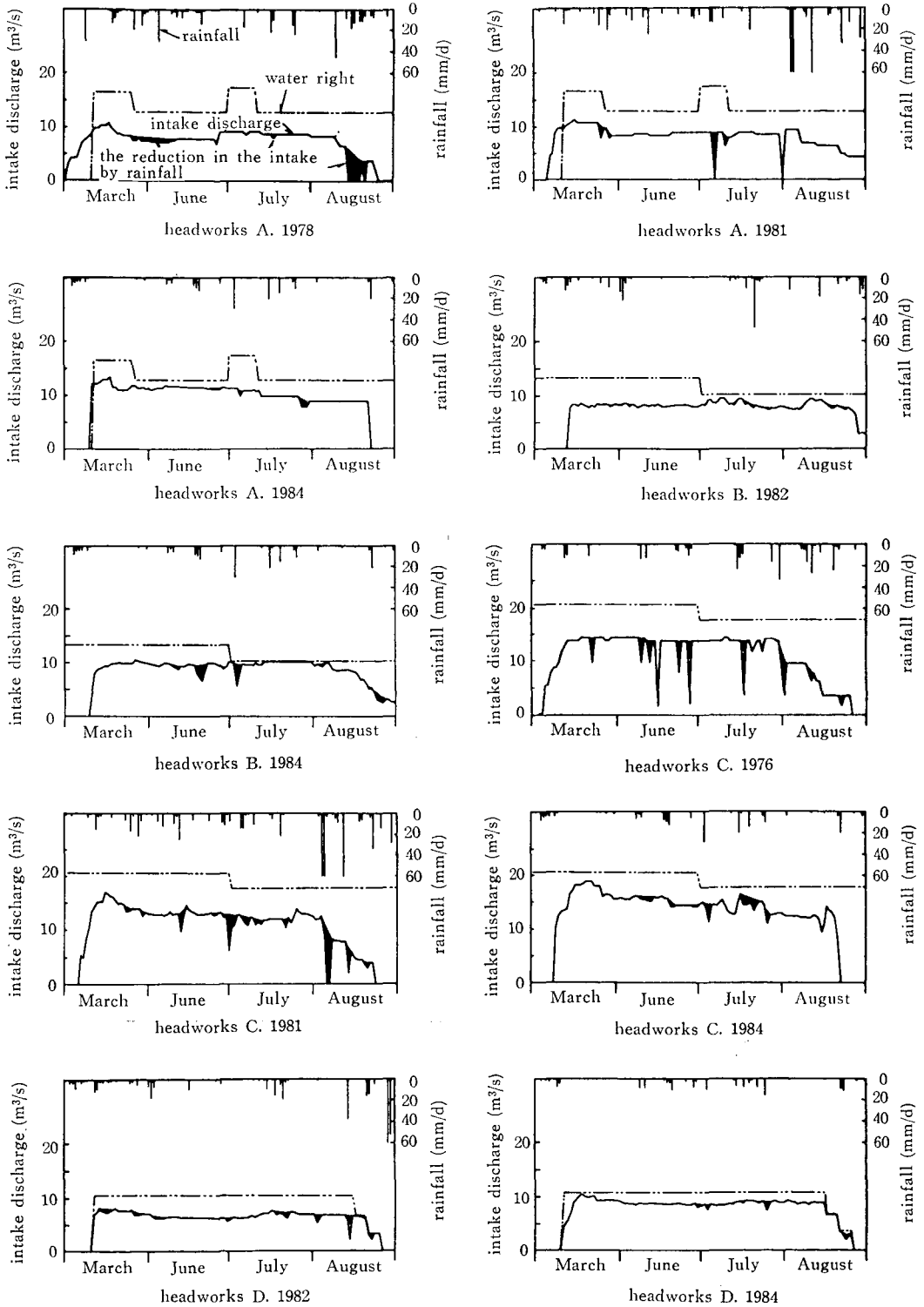


Fig. 3. The intake discharge at the headworks and rainfall.

ックでは、降雨はほとんど有効に利用されていないことがわかった。一般に、降雨の有効利用のためには、上流にダム・貯水池があるか、または水路系内に調整池・ファーム Pond などの貯水施設がなければならない。今回検討を試みた2地区はいずれも河川自流のみに依存しており、その点で農家の、降雨の有効利用に対する意識は低いと思われる。しかし、圃場で降雨に対応した水管理を行うには多大の労働力を必要とし、また、水路上流からの流入量を降雨に対応して適切に調節できない現在の水利組織にあっては、ダム掛かりの水田であっても、降雨の有効化の実態は、この2地区とほとんど変わらないとみてよいと思われる。

以上みてきたように、圃場における降雨時の水操作は、降雨の有効化という点においてはほとんどなされておらず、その原因は、圃場の貯留能の大小などの問題というより、その操作には多大なる労働力や水利組織の適応能力が必要であることに加え、転作により若干水に余裕ができたことによると思われる。

IV. 取水施設での降雨時の取水操作

石狩川水系内の、上流にダム水源を持つ4つの頭首工について降雨時の取水操作を検討した。具体的な取水実態の例を Fig. 3 に示す。

(1) まず、これらの頭首工について、昭和51年～59年までの各年の降雨時における取水減少量を計算した。ここで、降雨時における取水減少量とは、灌漑期間中、降雨を有効利用するために河川からの取水を減らしてい

るとおもわれる箇所、降雨が無ければ取水していたであろう量からの減少量とする (Fig. 4)。但し、この減少量はもととなる降雨の量を超えないものとする。各箇所のこの減少量を合計して、その年の降雨時における取水減少量とする。

次に、各年の灌漑期間中の計算上の有効雨量を算出した。これは、各年の灌漑期間中の日雨量5～80 mm までの80%を積算した。

最後に、降雨時における実際の取水減少量と計算上の有効雨量との比較を行なった。以上の結果を Table 2, Fig. 5 に示す。

(2) (1) の結果をもとにして、降雨の有効化 (計画有効雨量に対する取水減少量の割合) の実態について、検討してみた。

まず、4つの頭首工での降雨の有効化率を比較すると (Fig. 5)、各頭首工ともに年によるばらつきはあるが、全般的にいて、C 頭首工で最も高く、9年間の平均が約60%である。続いて、B 頭首工、D 頭首工が45%前後、最も低いのがA 頭首工で、20%であった。以上より、降雨の有効化は、多くなされている頭首工でも、計画有効雨量の6割程度、少ないところでは2割程度しかなされていないことがわかる。

次に、灌漑期間中の降雨量と降雨の有効化率の関係をみると (Fig. 6)、全体的に降雨量が多い年は有効化率が低く、降雨量が少ない年は有効化率が高い。この傾向はA 頭首工にはほとんどみられないが、C、D 頭首工には顕著にみられ、B 頭首工にも若干みられる。降雨の有効

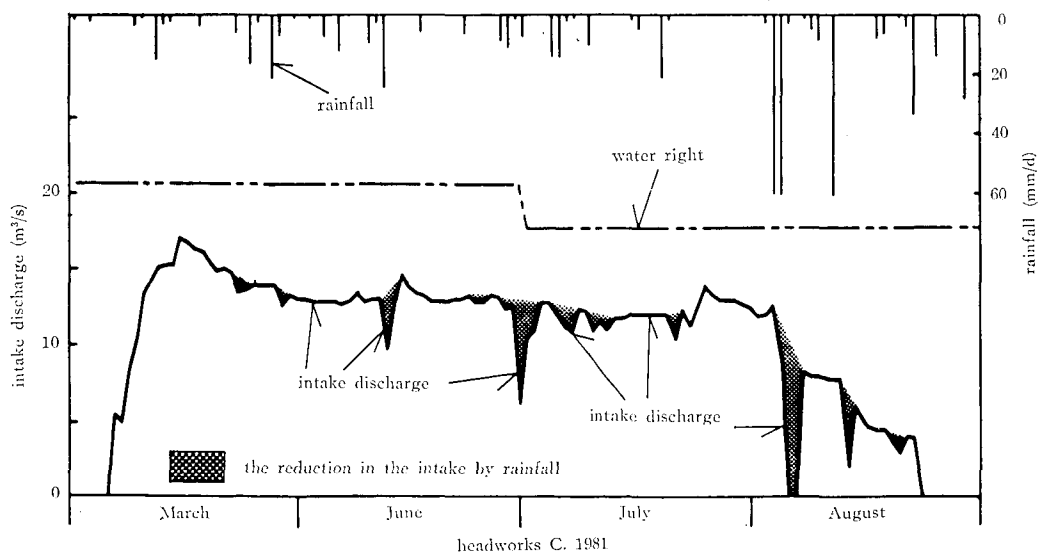


Fig. 4. The reduction in the intake by rainfall.

Table 2. The rate of effectively used rainfall* at each headworks

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
headworks A	12	17	33	41	14	13	7	19	17
headworks B	27	58	—	52	50	25	28	38	85
headworks C	55	75	47	76	39	47	73	66	61
headworks D	21	56	22	31	57	67	60	41	38
the actual total rainfall during irrigation period (mm)	298.5	303.0	376.5	283.5	344.5	705.5	245.5	307.5	134.0

(rainfall: Asahikawa)

$$(*) \frac{\text{reduction of intake discharge by rainfall}}{\text{calculated effective rainfall during irrigation period}} \times 100$$

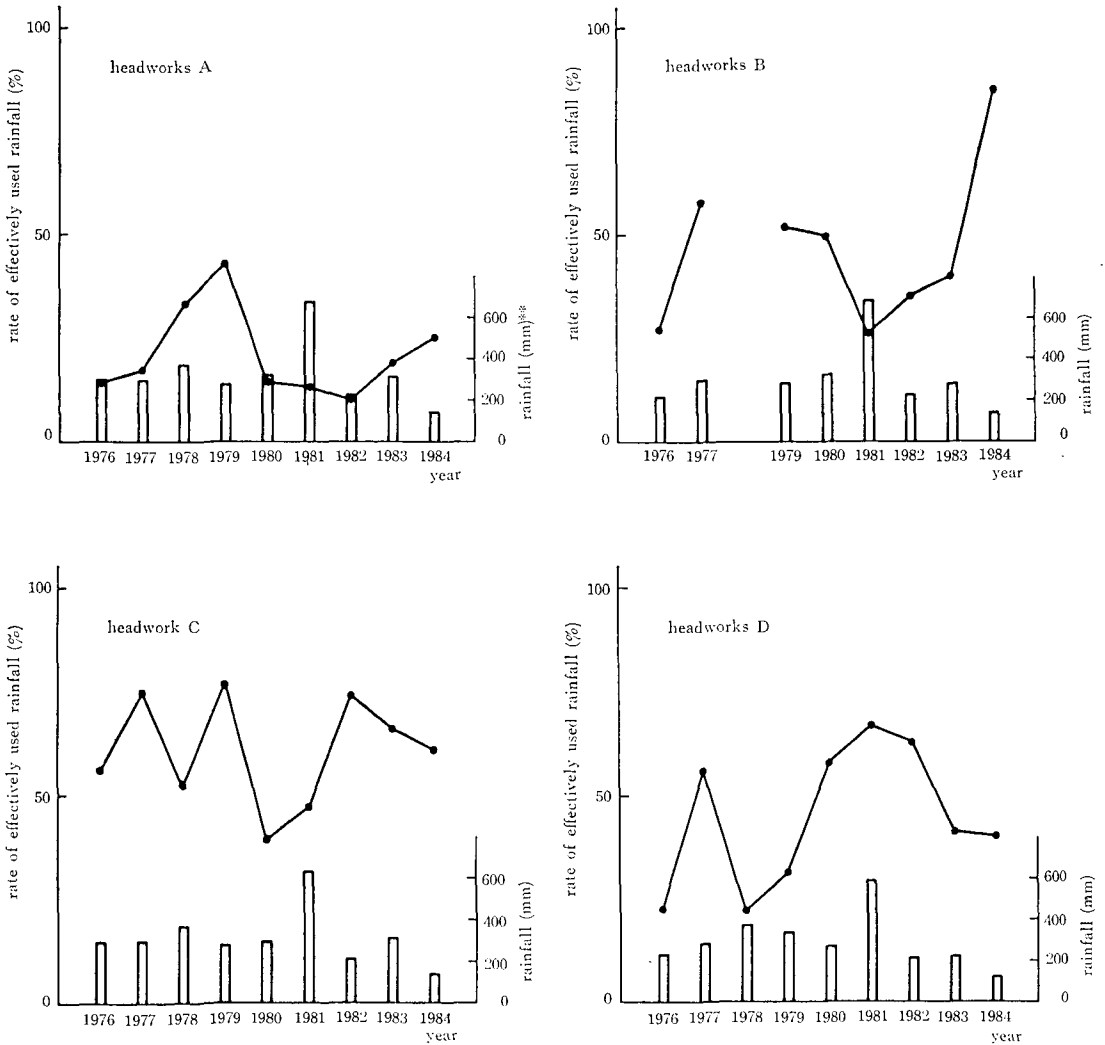


Fig. 5. The rate of effectively used rainfall* at each headworks.

$$* \frac{\text{reduction of the intake discharge by rainfall}}{\text{calculated effective rainfall during irrigation period}} \times 100$$

** actual total rainfall during irrigation period

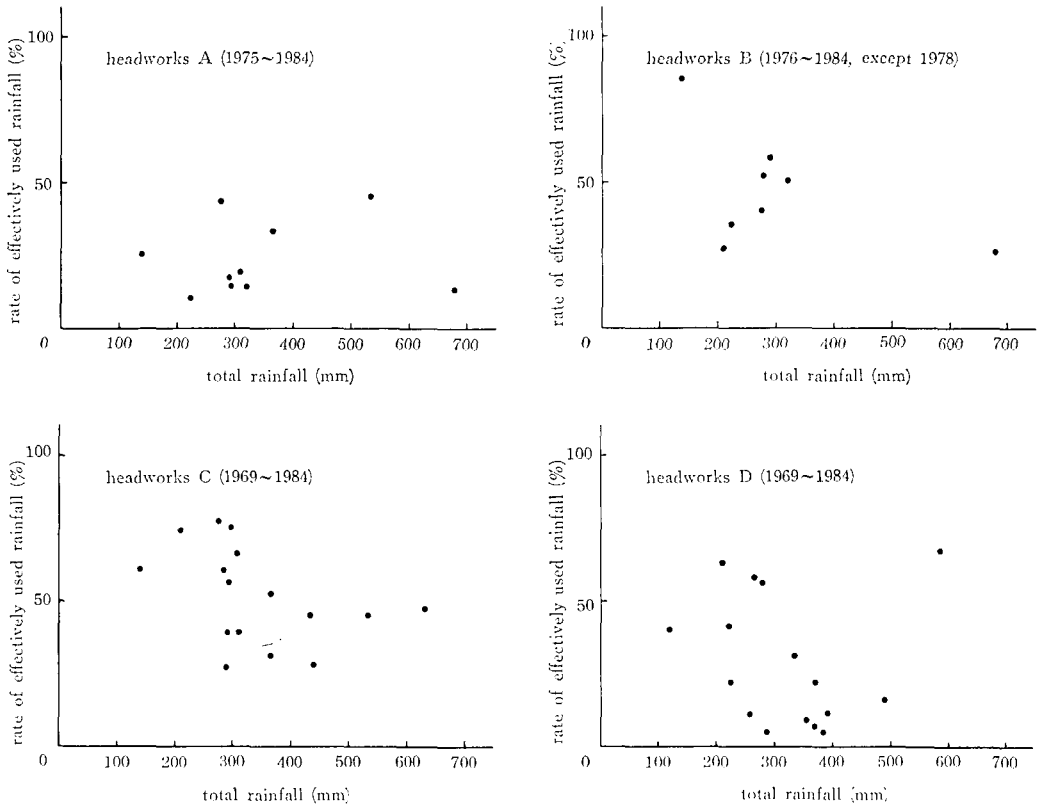


Fig. 6. The total rainfall during irrigation period and rate of effectively used rainfall* at each headworks.

$$(* \frac{\text{reduction of intake discharge by rainfall}}{\text{actual total rainfall during irrigation period}} \times 100)$$

化がより多くなされている頭首工でこの傾向は大きいといえよう。これは、計画上の有効雨量は渇水年の降雨量をもとにしているためそれ以上の降雨の有効化についてはあまり積極的には行われなためと思われる。

最後に、1回の連続降雨量と有効化率の関係をみる (Fig. 7)。ここで、1回の連続降雨量とは、降雨を有効利用しようとして取水減操作をしていると思われる箇所につき、その操作に影響を及ぼしたと考えられる範囲の降雨量を積算したものである。ほとんどは、降雨日が連続しているが、1~2日間の無降雨日をはさむ場合も若干ある。また、ここでの有効化率は、降雨による取水量の減少/灌漑期間中の実際の降雨量とする。B, C, D頭首工では、1回の連続降雨量が多くなるにつれて、その有効化率の最大値は低下する傾向がみられる。50 mm以下の連続降雨に対しては、最高10割の有効化がなされているが、70 mm以上になると5割程度しか有効化されていない。これは、取水量減少に伴う水路水位の低下を

元に戻すためには、かなりの時間と用水が必要であり、また降雨量の予測が正確には行えないので、取水量をある上限以上減らすことはできないためと思われる。今回の例では、だいたい、40~50 mmの降雨に相当する量を取水減少量の上限としているとみられる。

以上みてきたように、計算上の有効雨量と実際の取水の減少量を比べると、ばらつきはあるが、あまり降雨は有効化されていないことがわかる。降雨の少なかつた昭和57年、59年にも計算上の有効雨量の30%に満たない例がみられた。転作率が30~40%に及んでいることや、末端に開水路が多いため多少の降雨ではそれに対応した水管理が困難であるためと考えられよう。

頭首工での取水と貯水池からの放流がうまく連動していたとしても貯水池での降雨の有効化はこれらの値よりも小さいものとなろう。

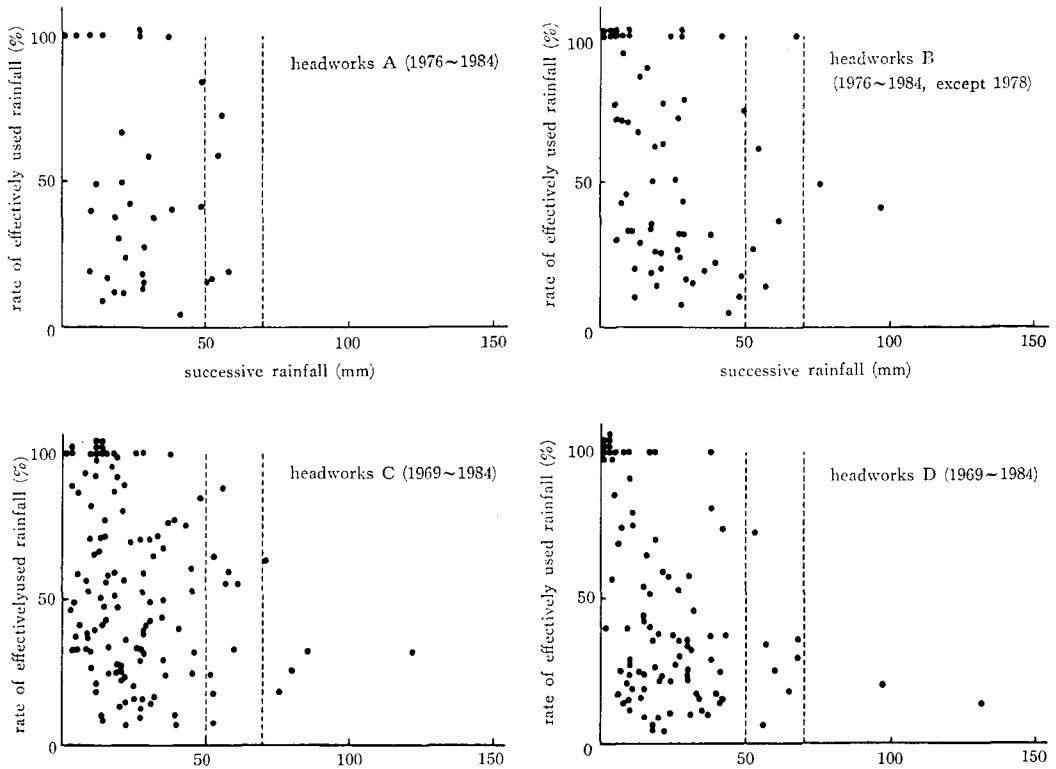


Fig. 7. *The rate of effectively used rainfall in each successive rainfall at each headworks.

$$\left(\frac{\text{reduction of intake discharge by rainfall}}{\text{actual total rainfall of the successive rainfall}} \times 100 \right)$$

V. 石狩川流域の平年の降水量

北海道では府県と異なり梅雨がなく、石狩川流域では全灌漑期間にわたって貯留水源に依存する部分が極めて大きい。また、貯留水源としては貯留初期の融雪水が大きな比率を占めている。それだけに貯留施設の効率化などのため、有効化し得る降雨を考えることは重要であろう。

札幌、旭川の降水量をみると、一般にいわれているように全体として少なく、府県地域の月別の分布と比べるとピークにずれがあることがわかる (Fig. 8)。すなわち、札幌では9月、旭川では8月と水田灌漑終了後に降水量が最大となり、灌漑期の降水量は他に比べてかなり少なくなっている。さらに、30 mm以上の降雨のあった日数を5月～8月についてみると、札幌で2日、旭川で3日であるのに対して、少なめである盛岡、新潟でも5日あり、静岡や佐賀では10日以上となっている。減水深を

およその値として 30 mm/d と考えた場合、この日数は灌漑期間中に日減水深以上の雨の降る日数と考えることができる。先に述べたように、断水後の復水にかなりの時間を要するような長大水路では日減水深以下の降雨に対応するような水管理は困難であるといわれている。

これらのことから石狩川流域では、灌漑期間中の有効に利用できる降雨が少ない事がわかる。

VI. まとめ

石狩川水系に水源を依存している水田群での降雨の有効利用をみてきた。降雨を高度に有効利用するためには、圃場においては多大な労力を必要とし、また、一連の操作 (ダムからの放流、取水施設での取水、配水・分水操作、圃場での水口調節など) が適切に行われなければならない、かなり困難であるといつてよいであろう。これは現在の供給主導型の水利組織では難しい。このため、降雨の有効化は現在の計画における考え方ほどには

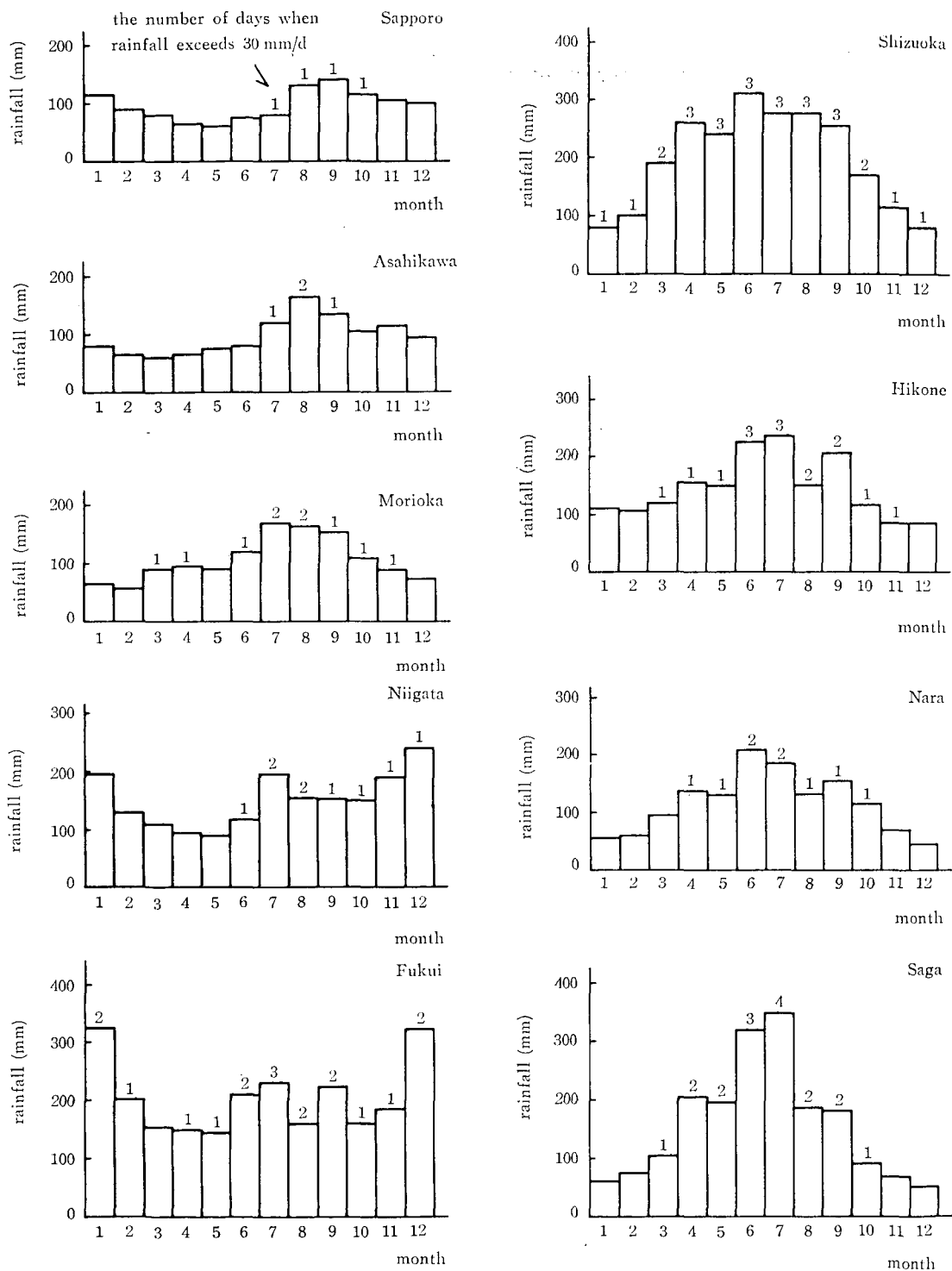


Fig. 8. The average monthly rainfall and the number of days when rainfall exceeds 30 mm/d.

なされていないのが現状である。

圃場整備が進み、水温まで考慮した水管理が可能となった石狩川の水田では、今後需要主導の水管理システムの開発が必要であろう。その際に、ここでみてきたような降雨時の水管理の実態をふまえて、有効雨量について検討する必要があると思われる。

この研究をすすめるにあたり、御便宜お取り計らいいただいた北海道開発局旭川開発建設部の関係各位、各種の御討議をいただいた富良野平原土地改良区田村良男氏、(財)日本気象協会北海道本部横山慎司氏らに厚く感謝申し上げる。

参 考 文 献

1. 農業土木学会： 土地改良事業計画設計基準 第2部計画 第1編 用水(1次案): 177-181. 1977
2. 丸山利輔・前川俊清： シミュレーションによる有効雨量率の検討—水田カンガイ計画における田面有効雨量について (I)—, 農土論集: 1-6. 1984
3. 宮前義幸： ダムを含む水利システムの総合管理—羽布ダムの場合—, 農土誌, 53(3): 239-244. 1985
4. 岡本雅美・佐藤政良・広田純一： 「期別係数」の導入による水田用水の期別計画取水量の決定, 農業土木学会大会講演会講演要旨集: 230-231. 1985
5. 梅田安治・中村和正・田村孝六・佐藤嵩登・横山慎司： 一寒冷地水田における管理用水—渭の津地区と北村地区の事例から—, 農業土木北海道第8号: 1-4. 1986

Summary

We studied the water control in paddy irrigation systems in rainy weather in the Ishikarigawa

basin.

Rainfall is not used effectively for paddy fields here, because it requires much labor to reduce the intake to each paddy field in proportion to the rain, and there is a little room for irrigation water when converting from paddy to upland field. Rainfall in the Ishikarigawa basin is comparatively low for Japan, and early in the paddy growth the irrigation water supply depends on snow-melting. There are only a few days, when rainfall exceeds thirty millimeters (the general water requirement in depth), and the effective rainfall during the irrigation period is small with present irrigation systems. At the headworks the maximum reduction in the intake is sixty percent of the calculated effective rainfall and the minimum only twenty percent during the irrigation period. In a very large area it is difficult to adjust the water intake at each rainfall. After a large reduction of the water intake, much time and water is required to restore the former water level in the canals and there is the risk of admitting excess water to the canals. The result is that the effective rainfall becomes small.

Farm land consolidation has proceeded and it has become possible to consider water temperature in the control of the irrigation water at the paddy fields in the Ishikarigawa basin. It is still necessary to further develop the demand side systems of water management in the future. For this it becomes necessary to examine the effective rainfall and consider the conditions of water management during rainy weather.