

多目的利用における畑地用水量と中間貯留施設の重要性

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 明治大学農学部 公開日: 2009-04-18 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 江崎, 要 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10291/5484

〔研究ノート〕

多目的利用における畑地用水量と中間貯留施設の重要性

江 崎 要

(1994年6月6日受理)

Water Requirement for a Multipurpose Irrigation System in Upland Field and Importance of Interim Regulating Buffer Ponds

Kaname EZAKI

Summary

Upland field irrigation in Japan is common multipurpose irrigation system.

In various multipurpose irrigations, water requirement is small for disease and pest control, while much water is required to prevent frost damage.

It seems a few that case studies of actual multipurpose water requirement for upland field irrigation district have been examined.

This paper discusses actual water consumption for disease and pest control in GOKIGATA upland irrigation district, and frost damage of green tea buds in MAKINOGAHARA upland irrigation district.

Upland field irrigation facilities are constructed under about 5 mm/day designed capacity, which are based upon supplemental irrigation water requirement.

Therefore, it becomes problem to adjust the quite different water requirements between supplemental irrigation and other multipurpose irrigations.

The solution of this disparity is considered the arrangement of the buffer facilities such as farm ponds, throughout a upland field irrigation canal system.

Engineers are apt to take into serious consideration for the construction cost of upland irrigation canal projects in Japan, but perhaps the yearly burden and maintenance cost etc. are more important matters of concern to farmers in the benefited area.

Judging from this viewpoint, it is necessary to improve the well fitted arrangement and the reasonable volume for the buffer facilities of upland irrigation canal projects.

ま え が き

畑地灌漑は本来補給灌漑が基本であるが、温帯モンスーン地帯の比較的多雨な条件下にある日本では、補給灌漑だけでは畑地灌漑施設の利用頻度は必ずしも高くはならない。

そのため昭和40年代以降畑地灌漑施設の多目的利用技術の研究・開発が急速に進展した。

畑地灌漑の多目的利用は種々あるが、量的な観点からみると、比較的少ない量で済むものと、

かなり大量の用水を必要とするものがある。

前者の代表的な利用法としては病虫害防除が挙げられ、畑地灌漑の営農現場の中で比較的広く普及している。後者の利用法は近年茶などの凍霜害防止技術として、現実の畑地灌漑事業現場の中にとり込まれ始めてきた。

補給灌漑は一般的に5 mm/day 水準であり、畑地灌漑の基幹的送水施設からファームポンド以降の配水施設まで、この補給灌漑を前提に5 mm/day 程度の施設容量規模で建設されている。

しかしながら、日本の畑地灌漑事業は補給灌漑も含めた多目的利用がむしろ一般的であるから、病虫害防除のための施設容量規模としてはやや大きすぎるし、凍霜害防止のための施設容量規模としては明らかに過小である。

ここでは地区レベルにおける用水利用の実態調査・解析をもとに、畑地灌漑多目的利用について、病虫害防除と凍霜害防止をよりあげ、これらの実際の用水量水準と、ファームポンドを中心とする用水貯留施設の容量規模について検討・報告する。さらに畑地灌漑のための用水路系の中で、中間貯留施設の重要性について論ずる。

なお、地区のレベルのような広い面積を対象にした畑地灌漑多目的利用の用水量に関する調査・解析・研究事例は、きわめて少ない状況にあると思われる。

1. 病虫害防止のための用水量

病虫害防止のための1回あたり灌水量は、一般的に0.4~0.8 mm とされている¹⁾。

リンゴ果樹園地帯である五幾形地区について、地区レベルの防除用水量の事例を報告する²⁾。

五幾形地区はその大部分が青森県北津軽郡板柳町に位置し、国営浅瀬石川農業水利事業の受益地にある。既存果樹園および水田転換果樹園への畑地灌漑施設整備の可能性とそのあり方について検討しようという目的で調査した(昭和57年・58年度)。

五幾形地区も含め、この地域一帯はリンゴの名産地を形成している。リンゴの畑地灌漑計画にあたって、防除用水の実際の量を把握する必要性があった。

この地域では井戸を中心に集落単位の規模で共同防除用水組合をつくり、リンゴへの防除を実施している例がいくつかあるので、これらの事例から防除用水の実使用量水準について調査した。

この地域一帯は農業水利事業の着手が遅れ、既設リンゴ園の防除用水を地下水に頼っているところが多く、深さ20~30 mの井戸を掘っている。井戸から一旦貯留槽に汲み上げ、これから薬剤調合槽・配水槽を経て、各農家の散布機(スピードスプレー)に積み込まれ、各々のリンゴ園に薬剤散布作業が実施されている。

これらの一例として、五幾形地区の昭和56年における防除用水の実態が把握できた。表-1に五幾形地区の防除用水量の実績を示した。

多目的利用における畑地用水量と中間貯留施設の重要性

表一 五幾形地区防除組合薬剤散布実績（昭和56年度）

防除組合	面積 ha	年間 防除回数	年間 総散布量 () l/10 a	1回当り散布量		
				平均 l/10 a	最大 l/10 a	最小 l/10 a
K 第一共同防除組合	80	15	(4,772,350) 5,965	398	601	158
K SS 共同防除組合	25	17	(1,745,000) 6,980	411	480	304
K 第二共同防除組合	10	14	(613,000) 6,130	438	550	250
F 共同防除組合	10	15	(558,000) 5,580	372	468	216
計	125	15	(7,688,350) 6,151	403		

なお用水量は薬剤調合槽の攪拌回数から算定されている。五幾形地区は全体面積で125 haであるが、4つの共同防除組合からなっている。

年間の防除回数はほぼ15回程度であり、年間の総散布量としては6,151 l/10 a（計の欄参照）であり、これは水深換算6.15 mmである。

また、1回当り散布量は403 l/10 aであり、最大で601 l/10 aである。従って1回の散布量は最大で0.60 mm、平均的には0.40 mm程度と考えられる。

なお、青森県の防除暦によると、表-1の403 l/10 aに相当する（数値は）466 l/10 aであることが判明した。

表 2は、薬剤散布実施の詳細を知るために、4組合の中では最大の面積（80 ha）のK 第一共同防除組合の実施例を紹介したものである。

薬剤散布は4月から9月まで、月に2~3回の割合で実施し、また量的には前半が少なく、後半に多いことがわかる。

以上の薬剤散布の地区事例はスピードスプレーヤーによるものである。本地区はかなり丁寧で濃密な農作業を実施しているようであるが、スプリンクラーによる薬剤散布を想定する場合には、水量的には若干多くなる。

果樹に対する防除用水は不可欠であり、年に10回程度以上は実施しなければならない作業である。

青森県のリンゴ果樹園地帯では、補給灌漑のための畑地灌漑施設は必要としないが、防除用水を中心とした営農用水は是非とも欲しいと訴える農家が多い。

リンゴに限らず、ミカンその他の果樹においても、畑地灌漑施設に対する農家の期待は、補給灌漑よりも病虫害防除にあるのが実状であろう。しかし降雨が少ない干ばつ年には補給灌漑を必要とするのも事実である。

表—2 五幾形第一共同防除組合薬剤散布実施例 (昭和56年度)

No.	月 日	散布量 l	10 a 当散布量 l/10 a
1	4. 10.	160,400	201
2	4. 28.	181,500	227
3	5. 7.	196,600	246
4	5. 25.	212,500	266
5	6. 4.	230,500	288
6	6. 14.	301,000	376
7	6. 23.	481,150	601
8	6. 28.	459,900	575
9	7. 8.	418,500	523
10	7. 19.	415,800	520
11	7. 31.	423,000	529
12	8. 10.	400,500	501
13	8. 24.	378,000	473
14	9. 5.	387,000	484
15	9. 23.	126,000	158
計		4,772,350	5,965
			平均 398

補給灌漑と病害虫防除との、用水量の量的整合性の問題は何らかの形で決着させる必要があるが、この問題の解決の糸口はファームポンド等の地区内の用水貯留施設に求めざるを得ないように考えられる。ここでは仮にファームポンドと称したが、これらの容量規模や配置の仕方については今後の検討課題となろう。例えば小容量の営農用水貯留水槽施設を小単位面積ごとに多数配置する等の考え方も提起されよう。

2. 凍霜害防止のための用水量とファームポンド

凍霜害防止のための1回あたり灌水量は、一般的に10~30 mm とされている¹⁾。また散水強度は3~4 mm/hr とされている¹⁾。

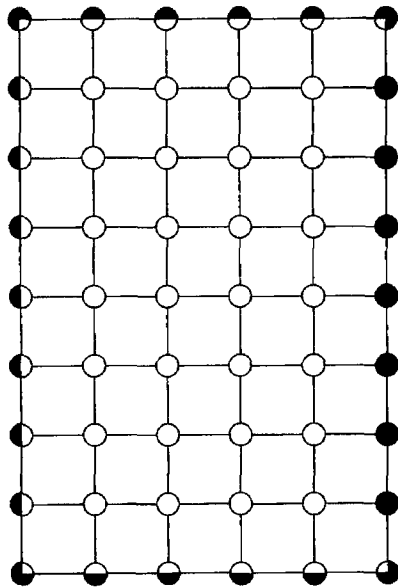
畑地灌漑の多目的利用として用水量が比較的多いものに、土壌風食防止、潮風害防止などもあるが、凍霜害防止はこれらよりも多く、多目的利用の現在の技術の中では最大の用水量を必要とする。

散水氷結法による茶園の凍霜害防止は、国営牧之原農業水利事業所の受益地管内において、県営畑地帯総合土地改良事業の中で本格的なとりくみが始まった。茶園の凍霜害防止を主な目的とするファームポンドの建設である。

本格的な事業としては日本で初めての試みだけに、かなり綿密なまた長期間に亘る調査と検討がなされている。その概略については八木の報告³⁾によって、比較的分かり易く知ることができ

多目的利用における畑地用水量と中間貯留施設の重要性

標準区画および組織



$80 \times 50 = 4,000 \text{ m}^2$ (40 a)
 ただし、10 a 毎に独立して、散水できるものとする。
 組織容量
 $q = 6.3 \text{ l/min} \times 28 \text{本} + 4.0 \text{ l/min} \times 26 \text{本} = 280.4 \text{ l/min}$
 組織容量 (凍霜害)
 $q = 6.3 \text{ l/min} \times 28 \text{本} + 4.0 \text{ l/min} \times 19 \text{本} = 252.4 \text{ l/min}$
 1 ロータションブロックの基本流量
 $280.4 \text{ l/min} / 60 \text{ sec} = 4.7 \text{ l/s}$
 散水強度
 $I = \frac{60q}{A} = \frac{60 \times 280.4}{4,000} = 4.206 \text{ mm/hr} \approx 4.21 \text{ mm/hr}$
 散水強度 (凍霜害)
 $I = \frac{60q}{A} = \frac{60 \times 252.4}{4,000} = 3.786 \text{ mm/hr} \approx 3.79 \text{ mm/hr}$
 ○ 28本 スプリンクラー フルサークル
 ● 19本 スプリンクラー パートサークル
 ● 7本 スプリンクラー フルサークル だが、隣接耕地と共用できる部分である。

図-1 標準区画に対する組織容量と散水強度

る。一方牧之原の現地調査も実施し、国および県の現地事務所での説明、また好意的に提供していただいた検討資料⁴⁾、さらに現地調査を行った (平成3年1月下旬)。

この両者を総合しながら、牧之原地区における茶の凍霜害防止を主な目的としたファームボンドについて、その容量規模を中心に、簡単な紹介をする。

牧之原地区における畑地灌漑の利用目的は、かんがい・防除・施肥・塩害・凍霜害⁴⁾の多目的利用である。

組織容量は標準区画40 a に対して、かんがい・防除・施肥・塩害は280.4 l/min であり、凍霜害は252.4 l/min である。これの決定根拠は図-1のとおりである。

また凍霜害防止の散水強度は3.786 mm/hr である (図-1参照)。

凍霜害防止で最も重要なのは散水の継続時間の決定方法であろう。地区一斉の全面的散水 (補給灌漑のようなローテーションが組めない) となるので、この散水継続時間が長くなるほど大量の用水が必要となる。また散水が必要な日が2~3日続くことも珍しくない。茶の凍霜害被害は、春期の萌芽期前後から摘採期までに生起する低温による新芽の凍結被害であるが、晴天日の深夜から日の出までにその危険性が高い。この時期には太平洋高気圧がゆっくりと移動するので、晴天日が続く、これに伴い晩霜に見舞われる日が連続して現れる確率が高いと言う。

牧之原地区の畑地灌漑受益地域5,145 ha を対象に、65ヶ所 (ほぼ100 ha に1ヶ所の割合) について自記温度計により、3月1日から5月15日までの観測を実施した。昭和56年以降毎年のデータを継続的にとりまとめ、約10年分の気温観測記録の集積をはかった。気温は地上1.5 m の

萌芽……芽長が包葉の2倍の長さになった時

萌芽期……萌芽が全体の70%に達した時

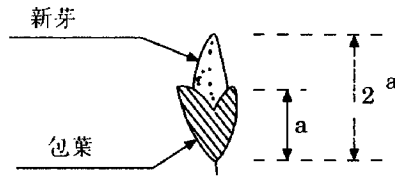


図-2 萌芽と萌芽期の目安

高さである。

散水氷結法による凍霜害防止の開始時期は、霜害による生育ステージ別減収率と摘採日の遅れ、言い換えれば被害の程度と経済性を考慮して、散水開始時期を萌芽期からと設定した³⁾。

ここで萌芽期とは、図-2に示すように、萌芽が全体の70%に達した時をいう⁵⁾。また茶の凍霜害の発生危険期間は萌芽期の2週間前頃（萌芽開始日が萌芽期より16日前とされているようである）から摘採期（静岡では5月6日ころとされているようである）までであるが、萌芽期以前での被害では新芽の70%以上が枯死する被害を受けた場合、減収率は10%、摘採の遅れは3日～4日であり（農業気象災害技術対策指針、静岡県農業水産部）³⁾、被害の程度は比較的軽いと言えそうである。現実には萌芽日以前の気象災害（凍霜害）については、農家に対して「あきらめて下さい」との趣旨の説明をしているようである。理由はこの期間を含めて計算すると、ファームポンド容量が2倍くらいになりそうだというのであった。

このような事情が介在するのであれば、萌芽期をいつに設定するか重要な問題になる。八木の報告によると次のとおりである³⁾。

牧之原地区は南北に長く、かつ、標高差もあり、そのため地区内でも茶の生育に差がある。そこで対象となるI区毎に温度データから推定することとした。

萌芽の進度は他の条件が同一とすれば気象条件によって決められる。静岡県茶業試験場の昭和36年～昭和51年の各年度萌芽日と同場における日平均気温が10°Cを上回る日を選び、各日の気温 t と10°Cとの差 $\wedge t(t-10)$ の積算値、 $\Sigma \wedge t$ との相関が最も高いことが解った。そこで両者の相関関係を次式に表した。

$$Y = -5.2944 X + 19.5915$$

Y: 推定萌芽日 (4月1日を1とする)

X: $\ln \Sigma \wedge t$

この式により、各観測毎の温度データから各年、各点の萌芽日を推定し、当該地点の当該年には、その推定日以降に散水を開始するものとした。

多目的利用における畑地用水量と中間貯留施設の重要性

次の問題は降霜夜における散水開始時間と終了時間の問題である。

茶の萌芽前後の1~2葉期における新芽の耐限界温度は -2°C 、葉温と株面温度差は 2°C 程度とされている（農業気象災害技術対策指針，静岡県農業水産部）。したがって当地区では安全性を 1°C 見込み，株面温度で 1°C を散水開始温度としている³⁾。

株面とは茶のカマボコ状樹冠の頂上を指すようであるが，現実には葉が枯れたりするので葉面温度を正確に長期間観測することは困難であり，高さ1.5 mの温度計で代替せざるを得ない。この場合株面温度と高さ1.5 mの温度計にも差があるので，結果的に地上1.5 mの温度計で $+2^{\circ}\text{C}$ で散水を開始することになった。

また散水終了の時間は $+6^{\circ}\text{C}$ としている。Hの出から約30分経過して，葉の上の水が葉から離れようとしている状態にあるとき， $+6^{\circ}\text{C}$ の気温と大体合致しているそうである。

したがって凍霜害防止のための散水継続時間は，気温が $+2^{\circ}\text{C}$ 以下になって以降，低温が続く間，気温が $+6^{\circ}\text{C}$ に上昇するまでの時間帯ということになる。

牧之原地区で集積した莫大な気温観測データ，また散水開始と終了の温度条件，さらに凍霜害防止の散水強度 3.786 mm/hr ，また3月および4月の期別日消費水量から，水収支計算を行うことによって，凍霜害防止のためのファームポンドの容量計算を行うことができる。

この一例を表-3に示した⁴⁾。

表-3 凍霜害防止のためのファームポンドの容量計算例
《FARM POND PLANNING》

No 1 (S. 57年)
Qin (m³/分) 0.0163および0.0245
Qout (m³/分) 0.631
A (ha) 1

月・日	時・分	流入 (t)	流出 (t)	total (t)	TOTAL (t)
3. 26	23. 0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. 27	6. 30	7.4	284.0	276.6	276.6
3. 27	22. 30	15.7	0.0	15.7	-260.9
3. 28	6. 30	7.8	302.9	295.0	556.0
4. 5	21. 30	304.3	0.0	304.3	-251.7
4. 6	5. 0	11.0	284.0	-272.9	-524.6
4. 11	1. 30	171.3	0.0	171.3	-353.3
4. 11	6. 30	7.4	189.3	182.0	535.3

注) 3月28日6時30分までのQinの計算は3月の期間用水量2 mmを用いて

$$Q_{in} = \frac{2 \times 10}{24 \times 60 \times 0.85} = 0.0163 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{ha}$$

3月28日6時30分以後のQinの計算は4月の期間用水量3 mmを用いて

$$Q_{in} = \frac{3 \times 10}{24 \times 60 \times 0.85} = 0.0245 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{ha}$$

期別用水量2 mm (3月)，3 mm (4月)が幹線水路系の供給水量(流量)となる。これがファームポンドへの流入量Qinとなるが，単位面積(ha)あたり，2 mm/dayは $0.0163 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{ha}$ となる。なお0.85はかんがい効率である。

この例では、TOTAL(t)の絶対値の最大値、556.0(t)が凍霜害防止のために必要なファームポンド容量ということになる。これは1haの面積に対する水収支計算であるから、haあたり556 m³ということになるし、水深換算すると55.6 mmということになる。

このような方法によって、木原沢工区の凍霜害防止用ファームポンド容量は420 m³/ha、棚草原工区では260 m³/haとなった³⁾。

木原沢工区について、凍霜害防止のための散水実績表を示す⁴⁾。

表—4 凍霜害散水実績調査表

1. 地区名；県営畑総日東地区
2. 位置；掛川市東山地内（木原沢地区）
3. 受益面積；13.0 ha（24戸）
4. ファームポンド容量；6,000トン

* 水源が谷溪水利用で水確保が難しく、部分散水による節水を行っている。

散水年月日	散水面積 ha	散水開始・終了	散水時間	散水量 トン	同左水深換算 mm
61・4・8	13.0	23:20~10:00	10:40	6,200	47.7
62・4・13	13.0	23:00~7:30	8:30	3,200	24.6
〃・4・14	3.0	3:00~7:00	4:00	390	13.0
〃・4・15	3.0	2:00~5:00	3:00	290	9.7
〃・4・16	3.0	5:10~5:40	:30	50	1.7
〃・5・5	3.0	3:30~7:30	4:00	390	13.0
63・4・9	3.0	0:40~6:00	5:20	520	17.3
〃・4・10	3.0	1:00~7:00	6:00	585	19.5
〃・4・24	3.0	4:00~6:00	2:00	195	6.5
〃・4・25	3.0	4:00~6:00	2:00	195	6.5
元・4・13	1.0	5:00~5:30	:30	25	2.5
〃・4・28	3.0	11:15~6:00	6:15	610	20.3
2・3・6	3.3	4:45~7:20	2:35	320	9.7
〃・3・8	4.7	2:00~7:00	5:00	869	18.5
〃・3・10	3.2	3:30~7:00	3:30	406	12.7
〃・3・14	4.7	12:30~7:05	6:35	1,145	24.4
〃・4・5	3.9	2:30~7:00	4:30	599	15.4
〃・4・6	3.9	4:00~6:45	2:45	366	9.4
〃・4・18	3.5	3:30~6:10	2:40	323	9.2
〃・4・25	3.5	3:30~6:00	2:30	302	8.6
〃・4・30	4.9	2:30~6:30	4:00	652	13.3
〃・5・1	2.0	4:00~6:00	2:00	116	5.8
計(22)			88:50	17,748	

多目的利用における畑地用水量と中間貯留施設の重要性

なお夏にも灌水を行っており、凍霜害よりも補給灌漑の方が多いい位だということであった。

木原沢畑地灌漑施設の事業費は、水源施設からファームポンド、加圧ポンプから園内配管・スプリンクラーまで、全てを含んで309,863千円、10 a 当り2,278千円であった。負担率は国50%、県25%、地元25%である⁵⁾。また地元負担のうち、4分程度が町村、6分程度が農家負担となるようである。

なお凍霜害用のファームポンドは、国営の基幹的用水路系からは分離・独立（小用水路的なもので流入させるという意味）させている。また事業化にあたっては、集落単位ごとの熱意や要請など、地元の意向を尊重しているとのことであった。

3. 送水システム系の中における調整容量施設の重要性

畑地かんがい事業計画の推進にあたって、地元受益農家の抵抗が強い場合がままあるようである。

これは畑作営農に対する漠然とした不安、導入作物・販路・栽培技術等のアグロノミーの領域での不安だと表面的には受け取られるであろうが、これを農業土木技術者の我々の立場から裏返して考えてみると、畑作営農の低収益性の中から、畑地かんがい施設への投下資本を果して回収できるのだろうか、もっと具体的に言えば、地元負担金に耐えられるのだろうか、という気迷い的な不安のように考えられる。

とすれば、我々農業土木の技術分野の範囲でやれることは、企業でよく言うところの「合理化」の追求を、畑地かんがい事業の計画・設計の中で検討し実施することではなかろうか。

これには2つの方向が考えられる。

1つは勿論建設コストの引き下げである。

2つめは畑地かんがい施設の供用開始後のランニングコストの引き下げである。

受益農家の立場からすれば、前者の建設コストには補助金があるから、2割前後の自己負担金の問題ということになる。

後者の維持管理費は原則として補助金はないから、全額が受益者負担となる。

この両者の合計が、受益農家の負担であり、自分の畑地営農による収益の中から毎年経常的に支払って行かねばならない支出分である。

正確な計算はしなくとも、直観的にこのバランス収支に少しでも不安を感じると、受益農家は事業の着手に逡巡するし、また極端な場合は反対の立場をとってしまうことになる。

畑地営農をめぐる社会情勢、またアグロノミー的分野は、我々農業土木の技術分野からは如何ともし難いものが多いことも事実である。

我々の出来ることは、再度繰り返すことになるが、畑地かんがい施設の計画・設計、さらに建

設の一連の過程の中で、受益農家の負担を如何に軽減してあげられるかであろう。

このような観点から、従来の農業土木事業をふり返ってみると、計画・設計段階での主たる関心事は「建設コスト」の方であり、維持管理費への注意は相対的に薄かったと言えるのではなからうか。

農家の営農の中からの負担が、両者の合計額である以上、場合によっては建設コストを犠牲にしても（建設費を少し上乘せしてもという意味である）、維持管理費を減らす方が農家のためになる筈である。

とくに畑地灌漑は、水田用水灌漑と異なり、畑地用水利用が間断的であること、さらにハウス等の施設栽培を除けば冬期には殆ど利用しないというような季節限定的な性格をもつこと、多目的利用の防除用水と補給灌漑とではその量的水準の差がかなり大きいこと等、の特徴をもっている。この畑地灌漑のもつ特性をよく理解・把握して上で、これを「維持管理費……ランニングコスト」の視点から、畑地灌漑事業全体の送水システム、ひいては畑地灌漑施設の全体的なレイアウト、またその容量規模等のあり方を検討すべきである。

ここでのキーポイントは、調整池・ファームポンド、また一部で称されているバッファポンド等の、地区内貯留施設ということになるであろう。

現在の畑地かんがいの大規模事業は、その受益地が山間地に多いこともあって、ポンプアップを伴うことが多い。

このような事業計画をみでみると、取水源の揚水機場から末端配水を受け持つファームポンドまで、調整池的なバッファ施設が見うけられないか、またはあったとしても容量規模的に満足できる大きさではない、というケースがかなり多い。

極端な表現ではあるが、取水から末端まで直送型に近い例が多いのではなからうか。

このような送水システムの設計手法が、施設供用後の維持管理費の面から、あるいは水理学的な安全性の面から正しいと言えるのか検討を要するところである。

畑地用水の使用量は、期間平均的な見方をすると通常1 mm/day以下となる⁶⁾。設計上の5 mm/day水準よりもはるかに少ないわけだから、基幹的送水システム系の中に、かなりの容量規模のバッファ施設（調整池的なもの、地形によっては貯留タンク）を組み込んでおけば、経常的なポンプアップ容量を大幅に縮小でき、適切なポンプ容量分割も考慮すると、ポンプ場の規模縮小、さらには施設供用後のランニングコストを大幅に引き下げることが可能となろう。

またこのバッファ施設は、水管理操作を楽にし、施設の安全性を高めるので、一石二鳥的な効能を持ち合わせている。

「謝辞」 五畿形地区、牧之原地区の現地調査で、ご協力いただいた関係各位に謝意を表します。また本報は、用排水・ほ場整備基礎諸元調査委員会（委員長丸山京都大学教授、畑部会長西出岐

多目的利用における畑地用水量と中間貯留施設の重要性

阜大学教授)の中で、筆者が調査・研究を分担した部分である。関係各位に謝意を表します。

引用文献

- 1) 畑地かんがい検討会編：畑地かんがいの手引「畑作用水営農の技術と実践」，昭和60年3月，畑地農業振興会
- 2) 畑地農業振興会：昭和57年度畑作用水確保対策基盤整備のための計画指針作成調査報告書，P. 34～43，昭和58年3月。
- 3) 八木武則：散水氷結法による茶園の凍霜害防止—静岡県牧之原地区の事例—，第28回畑地灌漑研究部会テキスト「畑地灌漑の研究」，P. 50～64，平成元年8月，畑地農業振興会。
- 4) 牧之原農業用水建設事務所：凍霜害容量決定資料，平成2年度（9月5日改定）。
- 5) 牧之原農業用水建設事務所：内部の資料
- 6) 江崎 要ら：畑地用水の量的水準について—農業用水利用構造に関する実証的研究（Ⅵ）—，農土論集100号，昭和57年8月。