

7. 灌漑排水

■ 2026年8月27日(木) 13:40 ~ 15:20 | 第9会場(504教室)

[9-9] 灌漑排水⑨

座長:西田 和弘(東京大学大学院農学生命科学研究科)

水管理・用水計画・作物係数

13:40 ~ 13:55

[9-63] 施設栽培電照菊の作物係数に関する一考察

*松澤 拓海¹、藤島 眞樹¹、伊藤 健吾²、坂 征樹³ (1. NTCコンサルタンツ株式会社、2. 岐阜大学応用生物科学部、3. 東海農政局)

13:55 ~ 14:10

[9-64] 日本の畑地かんがい計画へのFAO Penman-Monteith式の適用可能性

西井 一真¹、*松井 宏之² (1. 農林水産省東海農政局、2. 宇都宮大学農学部)

14:10 ~ 14:25

[9-65] カスミソウ栽培ビニルハウスにおける放射収支と作物係数の評価

*弓削 こずえ¹、阿南 光政¹、藤木 豊² (1. 佐賀大学農学部、2. (株) 高崎総合コンサルタント)

14:25 ~ 14:40

[9-66] 三重県南部の柑橘栽培地区における水利用実態の評価

*高木 涼¹、藤山 宗² (1. 三重大学大学院生物資源学研究科、2. 三重大学みえの未来図共創機構)

14:40 ~ 14:55

[9-67] Enhancing water productivity with fixed skip furrow irrigation for maize in Uzbekistan

*Haruyuki FUJIMAKI¹, Junya ONISHI², Erkinbay TLEUBERGENOV³, Ismail ASANOV⁴, Takanori NAGANO⁵, Kenji TANAKA⁶ (1. Tottori University, 2. Japan International Research Center for Agricultural Studies, 3. Karakalpak Institute of Agriculture and Agrotechnology, 4. International Innovation Center for the Aral Sea Basin, 5. Kobe University, 6. Kyoto University)

14:55 ~ 15:20

セッション総括

施設栽培電照菊の作物係数に関する一考察

A Study on Crop Coefficients
for Greenhouse-Grown Chrysanthemums Using Electric Lighting

○松澤 拓海* 藤島 眞樹* 伊藤 健吾** 坂 征樹***
MATSUZAWA Takumi FUJISHIMA Masaki ITO Kengo BAN Masaki

1. はじめに 計画「農業用水(畑)」(以後、計画基準)では、畑地用水量の決定にあたり、ペンマン法により求めた蒸発量に作物係数を掛けることで計画日消費水量を算定する方法が記載されている。作物係数は作物固有の値であるが、計画基準には花き類に関する記載がない。花き類は国内農業産出額の約4%を占めており(2025, 農林水産省)、計画上軽視できない存在である。本論では、花き類の用水基礎諸元の情報集積を目的とし、愛知県田原市の電照菊施設栽培圃場で実施した調査結果、及び作物係数の導出に関する整理結果を報告する。

2. 調査方法

2.1 調査地概要 愛知県田原市に位置する、面積707 m²の施設圃場を対象とした。夏菊・冬菊を電照栽培し、地表に配置したエミッター付きチューブにより散水している。

2.2 調査概要 調査期間はR5年～R7年とし、R5年5～9月、11～翌3月、R6年5～9月、10～翌2月、R7年4～8月の夏菊3期、冬菊2期の計5期に渡り以下の調査を実施した(これ以降、各調査に関しては【R5冬菊】のように示す)。

(1) 土壌調査 誘電率土壌水分計を深さ5, 15, 25, 35, 50cmに設置し、連続観測した(ただし【R5冬菊】と【R6冬菊】では欠損が発生した)。

(2) 気象調査 気象観測装置を圃場に設置し、気象データを記録した(【R5冬菊】で一部欠損)。また【R6夏菊】以降は通風乾湿計により、施設内2高度の温湿度を記録した。

(3) その他調査 灌水量調査、営農聞取調査、電照影響調査、定点撮影等を実施した。

3. 計算方法

計画基準では、蒸発位に作物係数を掛けることで日消費水量を計算している。本論では、日消費水量、蒸発位を生育ステージ別に推定し、作物係数を求めた。このとき、生育ステージ区分(定植期と生育期)は計算した作物係数のピーク時期により判断した。

3.1 日消費水量の推定 土壌水分減少法を用いた。このとき、重力排水の影響を排除するため、3日以上間断日数が空いている灌水に対し、灌水直前の2日間を算定期間とした(方法1)。また計画基準には「24時間経過後に測定開始」「1日の中で変動するため測定時刻は一定」と記載されているため、灌水24時間後、且つ時間変動の影響を排するため算定期間を2日とした場合についても求めた(方法2)。なお土壌水分データが欠損している場合は、熱収支ボーエン比法にて計算した蒸発散量を補正值とした。

3.1 蒸発位の推定 ペンマン法を用いた。このとき、圃場内の気象観測装置の実測値を使用する方法と、計画基準に従い、近傍の伊良湖気象台の観測値を補正して「施設内気

* NTC コンサルタンツ株式会社 NTC Consultants Inc., ** 岐阜大学応用生物科学部 Faculty of Applied Biological Sciences, Gifu University, *** 東海農政局 Tokai Agricultural Administration Office

キーワード：畑地灌漑, 用水計画

象」として使用する方法的2種類を用いた(表1)。
なお電照影響調査では、電照の放射エネルギーは日射計測定下限値(1 W m⁻²)以下で、また小型蒸発パンによる蒸発量比較でも影響は見られなかった。よって電照への補正計算は不要とした。

4. 結果と考察

4.1 日消費水量 生育ステージ別、方法別の日消費水量計算結果を示す(表2)。夏菊は方法1にて1.2~2.6 mm d⁻¹、方法2で1.0~4.0 mm d⁻¹と計算された。生育期・収穫期では重力排水の影響が24時間では除ききれないため、方法2の方が大きくなる傾向にある。冬菊はR5~6年ともに欠損が発生したため、【R5 冬菊】を検討から除外、【R6 冬菊】は補正值とした。その結果、0.7~1.3 mm d⁻¹と計算され、夏菊より小さい値となった(なお【R7 夏菊】での補正值は定植期0.5 mm d⁻¹、生育期2.5 mm d⁻¹、収穫期2.4 mm d⁻¹と計算され、生育期以降は概ね近い値となっていた)。

4.2 作物係数 作物係数の計算値を示す(表2~3)。夏菊(3か年平均値)は気象データに依らず方法1で0.4~0.5、方法2で0.5~0.8、冬菊(補正值)は気象観測装置で0.3~0.5、気象台補正值で0.3~0.8となった。夏菊、冬菊ともに気象台補正值を用いた計算値が大きくなった。この差の要因である気象データ別の蒸発位について、夏菊の蒸発位計算値の相関係数は0.34と低く(図1)、冬菊は相関係数0.61(図2)だが風速の相関係数が0.21と低かった。

まとめると、電照菊の作物係数は0.4前後(方法1, 気象観測装置データ使用)と推定される。日消費水量や蒸発位の推定方法により結果は上下するため、計画基準への反映、

及び用水計画への適用では土壌排水性や気象データ諸元等をよく確認する必要がある。

5. 今後の課題 他地区での花きの作物係数調査事例との比較による妥当性の検討、冬菊調査の再実施や補正方法検討等の対応が必要となると考えられる。

引用：農林水産省(2015)：土地改良事業計画設計基準 計画「農業用水(畑)」

農林水産省(2025)：花き振興法に係る基本方針に関する有識者検討委員会(第1回)資料2

表1 ペンマン法計算に用いる気象因子
Table1 Meteorological factors used in Penman method calculations

気象因子	気象観測装置	伊良湖気象台
気温		月別に加温
湿度	実測値	飽差が等しくなるよう補正
風速		実測値の15%
純放射	日照時間から推定	日照時間から推定した70%

表2 日消費水量
Table2 Daily water consumption

単位： mm d ⁻¹	夏菊			冬菊*
	R5	R6	R7	R6
定植期	1.9 3.3	2.5 2.1	1.9 1.0	1.3
生育期	2.4 4.0	2.4 2.7	2.6 2.6	1.3
収穫期	1.2 1.6	1.2 1.2	1.9 2.2	0.7

※夏菊は上段が方法1, 下段が方法2
※冬菊は欠損発生のため補正值を使用

表3 作物係数(気象観測装置)
Table3 Crop coefficient calculated based on field weather conditions

	夏菊			冬菊*
	R5	R6	R7	平均 R6
定植期	0.4 0.6	0.5 0.4	0.4 0.3	0.4 0.5
生育期	0.5 0.8	0.5 0.6	0.6 0.6	0.5 0.7
収穫期	0.3 0.6	0.3 0.3	0.4 0.5	0.3 0.5

※上段が土壌水分減少法の方法1, 下段が方法2

表4 作物係数(伊良湖気象台)
Table4 Crop coefficient calculated based on Irago's weather conditions

	夏菊			冬菊*
	R5	R6	R7	平均 R6
定植期	0.4 0.8	0.5 0.5	0.4 0.3	0.4 0.5
生育期	0.5 0.9	0.5 0.7	0.6 0.7	0.5 0.8
収穫期	0.3 0.4	0.2 0.2	0.3 0.4	0.3 0.4

※上段が土壌水分減少法の方法1, 下段が方法2

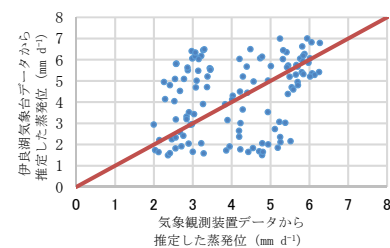


図1 ペンマン法計算値相関【R7 夏菊】
Fig.1 Correlation of Penman method calculations in summer

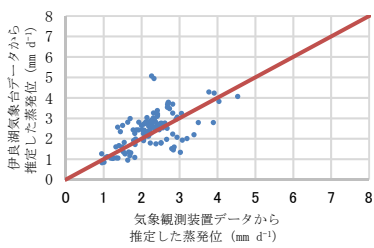


図2 ペンマン法計算値相関【R6 冬菊】
Fig.2 Correlation of Penman method calculations in winter

日本の畑地かんがい計画への FAO Penman–Monteith 式の適用可能性 Applicability of FAO Penman–Monteith Method for Upland Field Irrigation Planning in Japan

西井 一真* 〇松井 宏之**

NISHII Kazuma MATSUI Hiroyuki

1. 背景と目的

畑地かんがい計画における用水需要量の算定では、気象要素に基づく蒸発散量推定が重要である。農林水産省は、Penman 式 (1948) により基準蒸発位 (以下 E_o) を算出し、国内で整理された作物係数 (以下 k_c) を乗じて作物蒸発散量 ($ET_{c, Pen}$) を導出する手法を採用している¹⁾。一方、多くの国では FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56²⁾ で提示された FAO Penman–Monteith 式 (以下 FAO PM 式) による基準蒸発散量 (以下 ET_o) が標準であり、 ET_o に FAO が推奨する作物係数 (以下 K_c) を乗じて作物蒸発散量 (以下 $ET_{c, FAO}$) を算定する手法が採用されている。PM 式は作物抵抗や空気力学的抵抗を加味しているため、理論上、より精度の高い作物蒸発散量の推定が可能である。近年、AMeDAS 観測点での相対湿度観測が開始され、より実態に即した蒸発散量推定が可能になっている。そこで本研究は、現行の Penman 式を用いた農林水産省の手法との比較を通じて、FAO PM 式の日本の畑地かんがい計画における適用可能性を定量的に評価することを目的とした。

2. 研究方法

【対象地点】九州 (熊本・鹿児島および周辺) の AMeDAS 18 地点、気象官署 10 地点と南東北 (福島および周辺) の AMeDAS 10 地点と気象官署 6 地点を対象とした。九州は 2023～2024 年の通年 (2 年分)、南東北は積雪による影響を避けるため、2022～2024 年の非積雪期 (4～11 月, 3 年分) を対象とした。

【可能蒸発散量】日単位で Penman 式による E_o および FAO PM 式による ET_o を算定し、月別日平均値等に整理したうえで、両手法の差を RMSE により評価した。

【作物蒸発散量】露地作付面積の大きい作物 (熊本: キャベツ・だいこん・ブロッコリー, 鹿児島: かんしょ・ばれいしょ・だいこん, 福島: ばれいしょ・ねぎ・だいこん) を対象に、県別の作型を設定して $ET_{c, Pen}$, $ET_{c, FAO}$ を算定した。Penman 式に作物係数 k_c , FAO PM 式には作物係数 K_c を用い、作期の $ET_{c, Pen}$, $ET_{c, FAO}$ の RMSE および月別日平均値や作期積算 $ET_{c, Pen}$, $ET_{c, FAO}$ を比較した。

3. 結果と考察

【可能蒸発散量】一例として郡山および南阿蘇における月別日平均可能蒸発散量の両式による月別推移を Figs. 1 & 2 に示す。また、鹿児島県における RMSE およびバイアス誤差を Table 1 に示す。RMSE (mm/d) は南東北では 0.16, 鹿児島を含む九州では 0.18 となった。二式の差 ($E_o - ET_o$) は季節性を示し、暖候期に 0.2～0.4 mm/d の正の値をとり、寒候期に -0.2～-0.4 mm/d の負の値をとる傾向が確認された。これは、両式で用いられる有効長波放射量推定式の違いに起因していると考えられる³⁾。

*農林水産省東海農政局 (Tokai Regional Agricultural Administration Office, MAFF)

**宇都宮大学農学部 (School of Agriculture, Utsunomiya University)

Penman 式, 相対湿度, FAO Irrigation and Drainage Paper No.56

【作物蒸発散量】例として郡山（ばれいしょ）・南阿蘇（ブロッコリー）の月別日作物蒸発散量の両式による月別推移を **Figs. 3~4** に示す。また、**Table 2** に、ばれいしょの作物係数を示す。全地点で各作物・作型の作期を定め、作物蒸発散量を算出し、 $ET_{c, Pen}$ 、 $ET_{c, FAO}$ の差のRMSEを求めた。熊本のキャベツ（二期作目）、だいこん、ブロッコリー（二期作目）で0.11（0.18）、0.21, 0.22（0.25）、鹿児島のかんしょ、ばれいしょ、だいこんで0.33, 0.18, 0.31、福島のかんしょ、ねぎ、だいこんで0.30, 0.20, 0.23となった。県別、対象とした9作物におけるRMSEの平均は0.11~0.33 mm/dとなった。作物係数に大きな差がある場合でも蒸発散量の少ない時期であれば影響は小さいこと、月別の差が認められても、作期の積算ETc（mm/作期）では両手法の差は小さい場合が多いことが分かった。しかし、キャベツでは作物係数によって E_o と ET_o の差よりも $ET_{c, Pen}$ と $ET_{c, FAO}$ の差が小さくなることもあり、作物係数により調整されたものと考えられる。また、かんしょ、ばれいしょでは播種・定植期の作物係数の差がRMSEに大きく影響することが分かった。

4. 結論

本研究の対象地域・作物において、Penman 式、FAO PM 式から求められた作物蒸発散量の差は0.11~0.33 mm/dと比較的小さな値を示した。二式の間に大きな差は認められないため、日本の畑地かんがい計画への適用可能性が示唆された。一方、蒸発散量が比較的大きい時期で生育ステージごとの作物係数に差がある場合には留意が必要である。今後は対象地域・作物（作型）を拡張して比較を深める必要がある。

引用文献

- 1) 農林水産省（2015）：土地改良事業計画設計基準計画「農業用水（畑）」
- 2) Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. (1998): Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56.
- 3) 松井（2010）：ペンマン型蒸発散量推定式における有効長波放射量推定式の比較. 農業農村工学会論文集

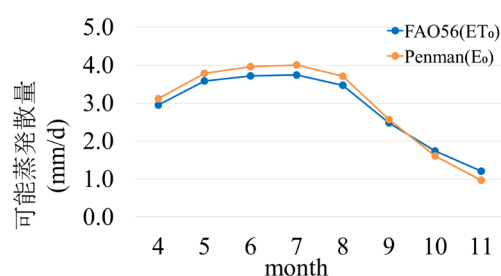


Fig. 1 郡山における月別可能蒸発散量

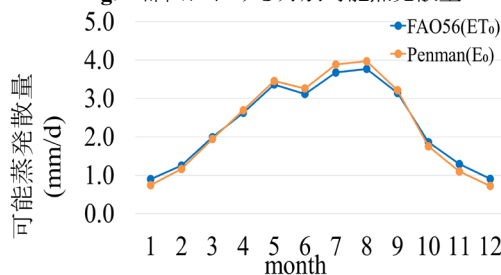


Fig. 2 南阿蘇における月別可能蒸発散量

Table 1 鹿児島県における RMSE・バイアス誤差

	RMSE (mm/d)	Bias (mm/d)
さつま柏原	0.18	-0.04
加世田	0.17	0.04
肝付前田	0.20	0.02
喜入	0.15	0.00
川内	0.19	0.02
大口	0.18	-0.01
田代	0.17	0.02
田野	0.20	-0.01
東市来	0.18	0.02
内之浦	0.18	0.01

Table 2 ばれいしょの作物係数

	播種・定植期	生育期	収穫期
FAO	0.50	1.15	0.75
Penman	0.70	1.10	0.70

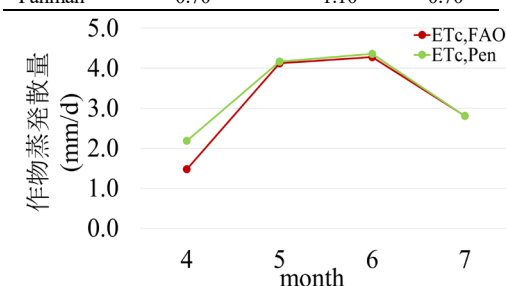


Fig3 郡山・ばれいしょの月別作物蒸発散量

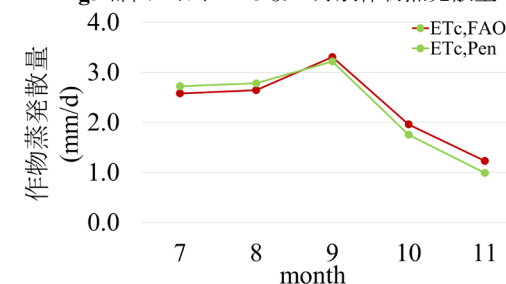


Fig4 南阿蘇・ブロッコリーの月別可能蒸発散量

カスミソウ栽培ビニルハウスにおける放射収支と作物係数の評価

Evaluation of radiation budget and crop coefficient at a *Gypsophila paniculata* greenhouse

○弓削こずえ*, 阿南光政*, 藤木 豊**

Kozue Yuge, Mitsumasa Anan, Yutaka Fujiki

1. はじめに

花卉は生育段階に応じた水分補給を行うことで安定生産と品質向上が期待できるため、消費水量を適切に評価することが重要である。農林水産省農村振興局(2016)が公開している土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「農業用水(畑)」

(以後、計画基準)では、消費水量の算定手法として土壌水分減少法および Penman 法を用いた推定法が提案されている。後者では特に純放射量が大きく影響することが報告されている(弓削ら, 2020)が、施設畑では放射収支が非常に複雑となる。また、Penman 法によって消費水量を推定する場合は作物係数が必要となるが、花卉の情報はほとんどない。本研究では、花卉が栽培されている施設畑において放射収支を明らかにし、消費水量算定に必要な作物係数を評価することを目的とする。

2. 蒸発散位、放射収支および作物係数の推定方法

計画基準では式(1)に示す Penman 法で蒸発散位 ET_p (mm d^{-1}) を求め、これに作物係数 K_c を乗じて消費水量 ET (mm d^{-1}) を算定する方法が推奨されている。

$$ET_p = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \frac{R_n}{l} + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f(u_2)(e_{sa} - e_a) \quad (1)$$

$$ET = K_c ET_p \quad (2)$$

ここで、 R_n : 純放射量 ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$)、 l : 水の蒸発潜熱 (MJ kg^{-1})、 Δ : 飽和蒸気圧曲線

の勾配 ($\text{hPa } ^\circ\text{C}^{-1}$)、 γ : 乾湿計定数 ($0.66 \text{hPa } ^\circ\text{C}^{-1}$)、 e_a : 蒸気圧 (hPa)、 e_{sa} : 飽和蒸気圧 (hPa)、 $f(u_2)$: 高度 2 m における風速 u_2 (m s^{-1}) の関数 ($\text{mm d}^{-1} \text{hPa}^{-1}$) である。

作物圃場における純放射量は、次式の通り正味の短波放射量 ($S\downarrow - S\uparrow$) および正味の長波放射量 ($L\downarrow - L\uparrow$) の合計である。

$$R_n = (S\downarrow - S\uparrow) + (L\downarrow - L\uparrow) \quad (3)$$

ここで、 $S\downarrow$: 下向き短波放射量 ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$)、 $S\uparrow$: 上向き短波放射量 ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$)、 $L\downarrow$: 下向き長波放射量 ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$)、 $L\uparrow$: 上向き長波放射量 ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) である。

計画基準では、施設畑における純放射量は式(2)の正味の長波放射量を考慮せず、正味の短波放射量に等しいとして蒸発散位を計算することが推奨されている。

3. 対象圃場の概要と調査方法

熊本県菊池台地地区のカスミソウ(品種: アルタイル)が栽培されている2連棟のビニルハウスの黒ボク圃場を調査対象とした。対象圃場では、波板で囲まれたベンチに苗を移植して栽培が行われ、灌漑にはチューブが用いられた。調査期間は2025年9月20日~2026年4月26日である。1作目は12月18日までであり、株を切り落とした後に2作目が開始された。

対象圃場にウェザーステーション(WS-GP1, Delta-T Devices)、超音波風速計(DS-2, Decagon)および4成分放射収支計(CHF-NR01, クリマテック株式会社)を設置し、

* 佐賀大学農学部 Faculty of Agriculture, Saga University

** (株) 高崎総合コンサルタント Takasaki Sogo Consultant, Co. Ltd.

キーワード: 畑地用水計画, 蒸発散, 消費水量

気象要素および放射収支を実測した．圧力式テンシオメータ（CHR-TM，クリマテック株式会社）を深さ 5cm および 15cm に埋設して土壌水分状態を測定した．これらの深度から未攪乱土壌をサンプリングし，水分特性曲線を求めた．さらに，パルス出力式水道メーター（FMDS-II，愛時計電機株式会社）によってベンチの灌水量を実測した．これらの観測は 10 分ごとに行った．

4. 結果と考察

Fig. 1 は 4 成分放射収支計を用いて測定したハウス内の放射収支を示している．定植後はハウスの屋根は被覆されおらず，10 月 25 日からハウスの屋根が被覆され，11 月 14 日には側方も被覆された．12 月 4 日以降は保温効果向上のため二重被覆された．被覆無しの期間は正味の長波放射量はマイナスであり， $L\uparrow$ は $L\downarrow$ を上回っていた．屋根の被覆後は，正味の長波放射量は徐々に増加したが， $0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ より小さい．また，2 作目が始まると長波放射量は減少に転じ，生育が進むと次第に増加した．

Fig. 2 は式 (1) によって算定した蒸発散位 (ET_p) である．算定には実測の純放射量を用いたが，被覆期間については，計画基準に従って正味の短波放射量を純放射量として算定した結果も併せて示す．この図より両者には差異があるといえる．また，土壌水分減少法で算定した消費水量と，これを式 (2) の ET に入力して ET_p で除すことで推定した作物係数 (K_c) も示した． K_c は生育初期で小さく，次第に増加して生育終期には減少する傾向にあるといえる．

5. おわりに

本研究ではカスミソウのビニルハウスを対象に現地調査を行った．蒸発散に大きな影響を及ぼす放射収支の特性を把握することができた．土壌水分減少法ならびに Penman 法を用いてそれぞれ消費水量および蒸発散位を求めることで，カスミソウの

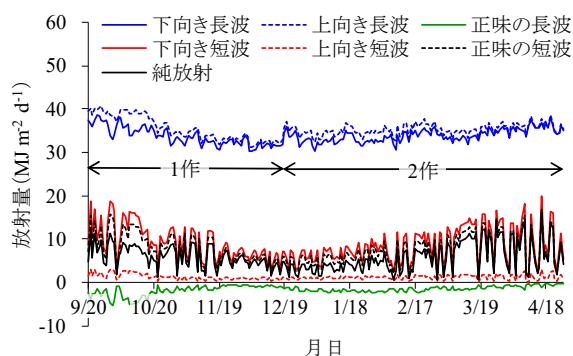


Fig. 1 対象圃場における放射収支
Daily changes of radiation budget

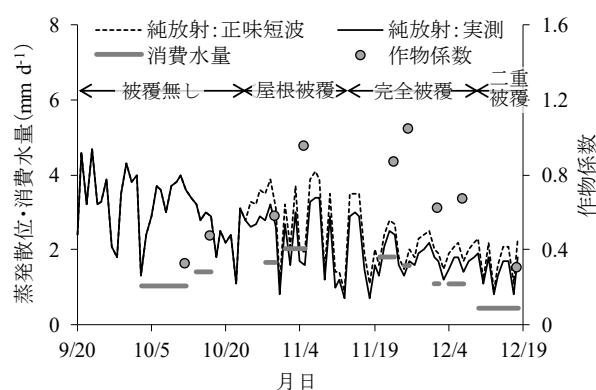


Fig. 2 蒸発散位，消費水量および作物係数の変動

Changes of potential evapotranspiration, water consumption and crop coefficient

生育期を通した作物係数を推定し，変動傾向を評価することができた．

謝辞

現地調査にご協力頂いた農林水産省九州農政局の関係各位ならびに有益なご助言を頂いた計画基礎諸元調査意見聴取会の委員各位に記して感謝の意を表する．

引用文献

- 農林水産省農村振興局（2016）：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 計画「農業用水（畑）」，農業農村工学会．
- 弓削こずえ，阿南光政，平嶋雄太（2020）：イチゴ栽培ビニルハウスにおける水消費環境と土壌水分動態の評価—気象データを用いた消費水量推定方法の精度向上に向けて—，農業農村工学会論文集，310，I_155-I_164．

三重県南部の柑橘栽培地区における水利用実態の評価 Evaluation of Agricultural Water Use in Citrus-Growing Areas of Southern Mie Prefecture

○高木 涼*・藤山 宗**

TAKAGI Ryo and FUJIYAMA So

1. はじめに

近年、柑橘栽培における高品質化、省力化を目的としたマルチドリップ栽培方式の導入等により用水需要の形態が変化し、農業用水の安定供給の重要性が増大している（鈴木，2016）．また、河川等からの安定した水源確保が困難な柑橘園地では、ファームポンドの容量を有効に利用することが求められている（藤山ら，2025）．本研究では、三重県南部地域の A 地区の柑橘パイプラインシステムを対象に、ICT が活用されている水管理システムを用いて水管理データを収集し、現在の柑橘水利システムの年間の水利用実態を明らかにすることを目的とする．

2. 対象とする柑橘のほ場整備地区と柑橘パイプライン水利システムの概要

対象とする三重県南牟婁郡御浜町 A 地区（柑橘植栽面積約 20ha）は、国営農地開発事業により整備され 30 年以上が経過した柑橘ほ場整備地区である．本地区の水利システムは、水源(図 1)を湧水としポンプ（計測水位により on-off 自動制御）によりファームポンド(更新前容量は 54m³)に圧送したのち、ファームポンドからは自然圧で各ほ場へ配水されている．国営農地開発事業の用水計画上の利用目的は、病虫害防除のみとされていたが、



図 1 水源の湧水池

現在では、高品質栽培のためのマルチドリップ等による灌水の農家ニーズがあるため、2025 年 10 月から、農家の将来的な用水需要を見据え県営中山間地域整備事業にて更新中である．

3. ICT を活用した柑橘パイプラインの用水量の評価

A 地区では、水利用機能評価を目的とした水管理システム（株式会社 ZTV 製）を 2022 年から導入し、ファームポンド水位（FP 水位）の遠方監視が行われている．本研究では FP 水位の変動とファームポンドへの揚水量から月毎の用水量を算定することで、2023 年から 2025 年の年間の用水量変化を図示し、現在の柑橘栽培の用水量の実態を評価した．また三重県南部のミカン栽培地区で 1973 年から 1976 年の最大となった 1973 年の用水量データ(江崎ら，1982)と A 地区での 2023 年から 2025 年で最大となった 2024 のデータを比較し、栽培方法の変化による月毎の用水量の変化を評価した．

*三重大学大学院生物資源学研究科 Graduate School of Bioresources, Mie University

**三重大学みえの未来図共創機構 Mie Regional Plan Co-creation Organization, Mie University

キーワード：柑橘，水管理，水利用実態，ICT

4. 結果と考察

4.1 2023年2025年9月までの用水量

図2は、A地区の2023～2025年の月別用水量の推移を示す。なお、2023年9月は欠測のため、記載していない。

年間の用水量変化は、6月から用水量が増加し、7～8月にピークを迎える。その後、用水量は秋季に減少するものの、12～1月の用水量は月20～30mm程度を推移しており、冬季においても果実収穫後の樹勢回復等の定期的な水利用があると明らかになった。計測期間中の最大月用水量は、2024年8月の42.95mmであり、この値は、A地区の計画用水量1.00mm/dayの約1.39倍に相当する。一方、2023年8月が比較的小さい値を示したのは、定期的な降雨による補水効果が用水量の減少に寄与した為と考えられる。

聞き取り調査では1月から梅雨期までは水利用が少ないとの結果を得ていたが、実測データから12～1月にも水利用が確認された。ICTを活用することで従来の経験的な把握では捉えきれなかった水利用実態を定量的に明らかにすることができた。

4.2 1973年の記録との比較

図3は、1973年に三重県南部で記録された柑橘栽培地区の用水量と、本研究で得た2024年の用水量を示す。

1973年においては、年間の用水量のほとんどが5～7月に集中しており、基本的に天水に依存した柑橘栽培が行われていたと考えられる。これに対し2024年では、収穫前にはマルチを敷いて天水を遮断し水ストレスを与え、収穫後には樹勢回復を目的として水利用を行うなど、年間を通して精密な水管理が実施されている。1973年では山が1つの用水量の傾向が、2024年では夏季と冬季の2つ山に変化し、さらに夏季の用水量も大きくなっていることから年間を通して水管理に要する労力が増加しているといえる。しかし農家に人的余力はない場合が多い。そこでICTを活用し夜間取水などの人に依存しない水管理が可能になると、水管理にかかる労力を大幅に低減することが可能であると考えられる。

5. おわりに

本研究ではICTを活用した観測手法により、A地区では夏季だけでなく、冬季も含めた2つ山の水利用実態であることを明らかにした。また、1973年の用水量との比較から、用水量や水管理労力の増加が明らかとなり、ICTを活用し水管理の省力化の必要性が示された。【参考文献】1)鈴木賢(2016):カンキツ園地における点滴灌水施設を活用した液肥施用の実証, 果実日本71(5), 20-23. 2)藤山宗, 高木涼, 岡島賢治(2025):柑橘パイプラインシステムの水利用機能の評価, 水土の知93(8), 21-24. 3)江崎要, 竹中肇, 駒村正治(1982):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)—, 農業土木学会論文集1982(100), 41-54

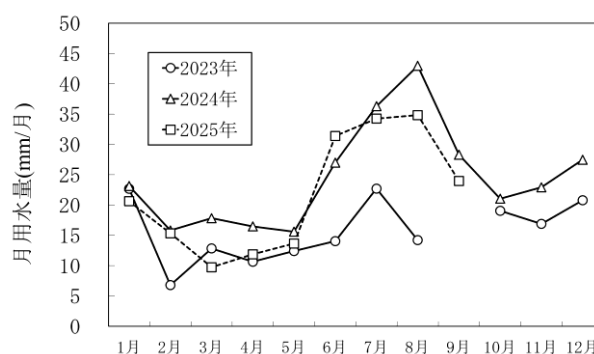


図2 2023年～2025年の月用水量

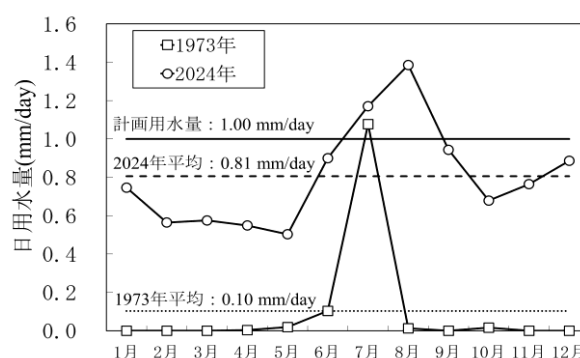


図3 2024年と1973年の月用水量

固定隔畝間灌漑によるウズベキスタンにおけるトウモロコシの水生産性の向上

Enhancing water productivity with fixed skip furrow irrigation for maize in Uzbekistan

○藤巻晴行¹ 大西純也² Erkinbay TLEUBERGENOV³ Ismail ASANOV⁴

長野宇規⁵ 田中賢治⁶

Haruyuki FUJIMAKI¹ Junya ONISHI² Erkinbay TLEUBERGENOV³ Ismail ASANOV⁴ Takanori

NAGANO⁵ Kenji TANAKA⁶

1. Introduction

Skip furrow irrigation would be a cost-effective water saving method by reducing the amount of water supplied and evaporation losses. Conventional skip furrow switches watered furrow at each irrigation. But if the watered furrow is fixed on one side, we may further save water and plants may extend root preferentially and more effectively. It is called Fixed Skip Furrow (FSF) Irrigation. The effectiveness of FSF has been verified by several experiments, but its effectiveness may differ among combinations of soil, crop and climate. To evaluate the effectiveness of FSF for maize on a sandy loam soil, we carried out a field experiment in Nukus, Uzbekistan.

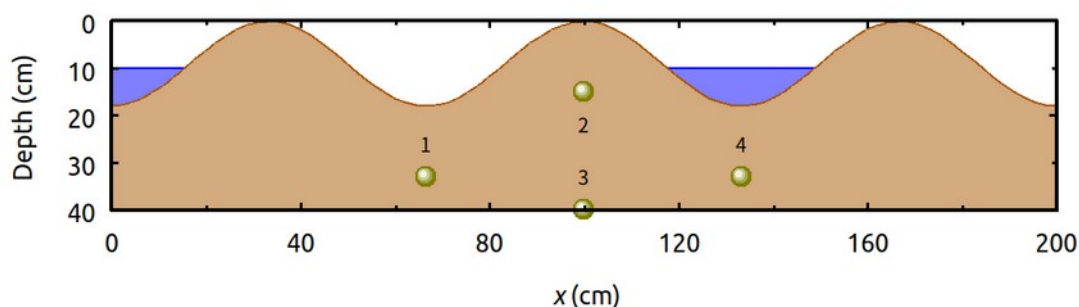


Figure 1 Shape of furrow-and-bed and the location of the probes.

2. Materials and Methods

The field area was 40.5 m wide and 10 m long, with 54 ridges with a spacing of 0.75 m. We set up three treatments: conventional every furrow irrigation(F), alternating skip furrow irrigation (SF), and FSF. Each treatment had three replicates consisting of six furrows. Maize was sown on 2 June at 20 cm plant spacing at the top of each bed. To monitor soil moisture and salinity, four WD5-WET-SDI probes were installed to each treatment as illustrated in Fig.1. Irrigation was carried out six times, 80, 68, and 60 mm at each time for F, SF and FSF, respectively, using pipelines with flowmeters. Only 13 mm of rain occurred during the growing period. Yield survey was conducted on 2 October. Root and soil samples were also collected at the same time.

3. Results and Discussion

Alternate skip furrow (SF) caused alternate increase in soil moisture in irrigation events on 19 June and 2

1. 鳥取大学 (Tottori University)

2. 国際農林水産業研究センター (Japan International Research Center for Agricultural Studies)

3. カラカルパクスタン農業大学 (Karakalpak Institute of Agriculture and Agrotechnology)

4. アラル海流域イノベーションセンター (International Innovation Center for the Aral Sea Basin)

5. 神戸大学 (Kobe University)

6. 京都大学 (Kyoto University)

キーワード：根群分布、溶質移動、畑地灌漑

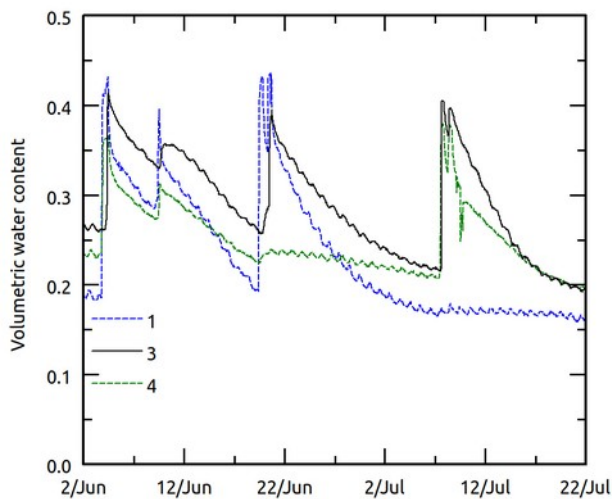


Figure 2 Time changes of soil moisture of SF.

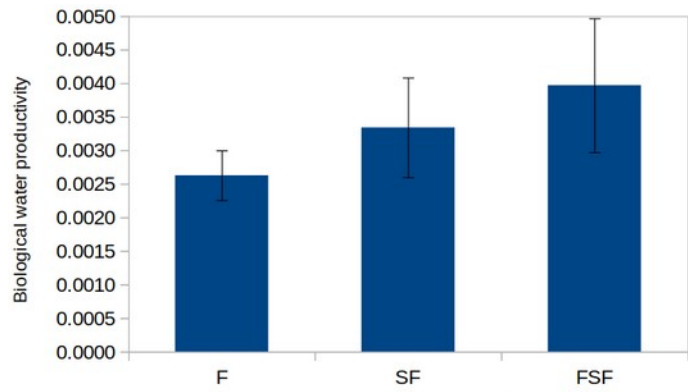


Figure 3 Comparison of biological water productivity

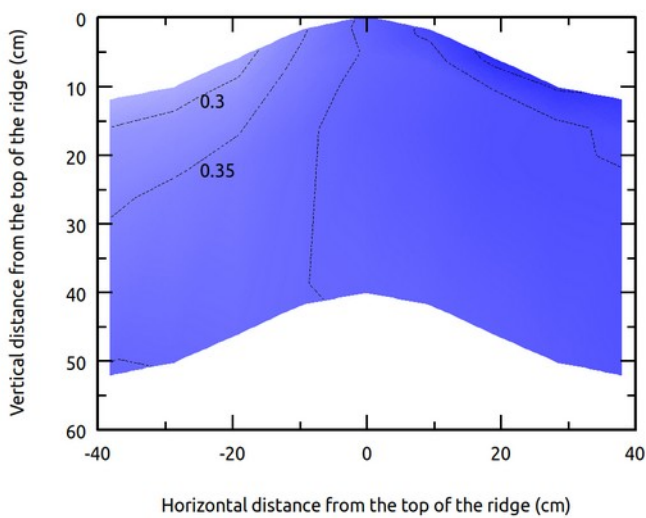


Figure 4 Profile of volumetric water content under FSF at the end.

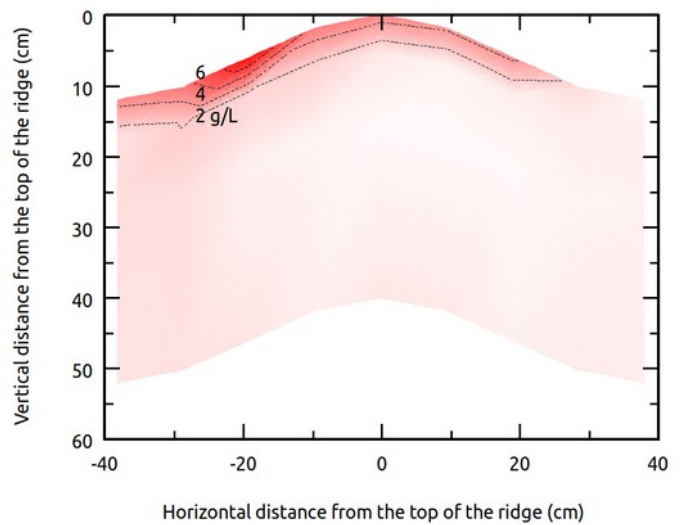


Figure 5 Profile of the mass of salt per volume under FSF at the end.

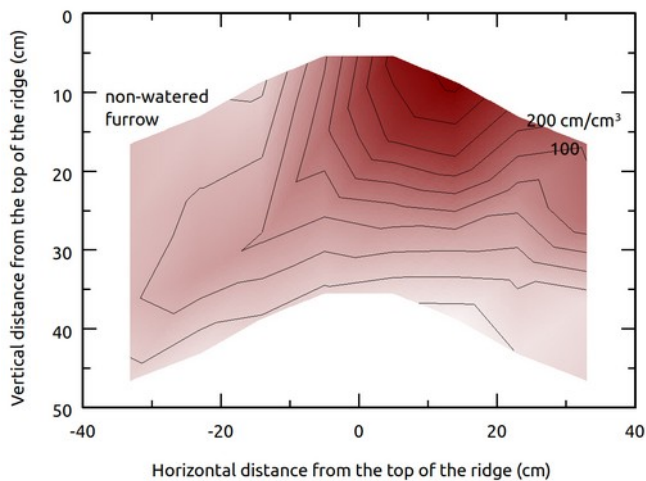


Figure 6 Profile of root length density under FSF

July, as shown in Fig.2. It also shows that soil just below the plant was kept wet even water is applied to one side. There was no significant difference in yield. Figure 3 compares biological water productivity, WP (= biomass / mass of water applied). WP of SF was 1.27 times larger than F and that of FSF was even higher, 1.51 times, indicating the effectiveness of FSF. Still, it may have a negative side effect. The surface layer of non-irrigated furrow of FSF was dry, as shown in Fig. 4, implying that soil water flowed toward the side. As a result, salt accumulated in the shoulder of non-irrigated side of the bed of FSF as shown in Fig. 5. Rain may push the salts back into

main root zone and impose salinity stress. Therefore, long term effectiveness is still unknown and methods to remove the locally accumulated salts should be developed. In FSF, roots avoided the dry and saline zone and preferentially extended to surface layer of watered furrow, as shown in Fig.6. The effectiveness of FSF may owe to such a flexibility of maize.