

イチゴのハウス栽培における栽培作業支援のための データ活用方式検討

竹内 智晴[†] 片岡 えり[†] 山田 将史[†]
三菱電機株式会社 情報技術総合研究所[†]

1. 背景

農業の分野では、ICT/IoT 技術の活用やロボット化などによるスマート化が進められている[1]。このうちガラス温室やビニールハウスなどで栽培管理される施設園芸では、ヒートポンプやCO₂発生器、灌水装置などの複数の機器を活用し、統合的な栽培環境の制御を行っている。

農家にとっての理想の農業経営（生産）のひとつは、高品質な作物を安定的に出荷することである。しかし実際には、栽培環境や管理作業など様々な要因により、シーズンごとに作物の品質や収量の変動しがちである。特に、人が行う管理作業については、必ずしも現場作業者が栽培管理方針を熟知しているとは限らず、その時々によれば作業の実施判断が遅れたり誤ったりすることがある。例えば大規模な農業経営を行う農場では、現場作業者は指導者（熟練農家）からの指示により作業することが多いが、指示が曖昧なことも多く、作業員自身が熟練農家と同様に作業判断するのは難しいのが現状である。

そこで筆者らは、熟練農家と同じ目線での作業判断を可能とする、栽培データの活用方式について検討している。本稿では、イチゴのハウス栽培（冬栽培）をモデルケースに、検討の第一ステップとして「作物収量の安定化」に焦点を絞って実施した仮説検証実験について述べる。

2. イチゴ栽培（冬栽培）の作業概要

冬～春にかけて収穫期を迎えるイチゴ冬栽培は、表 1 のように株の生育状態に合わせて行う基本作業をベースに、農家ごとの独自の狙い（少量高品質、高収量など）に基づいて各作業の詳細方針が決定される。そこで本研究では、作物収量の安定化に対する仮説として「イチゴ株の各生長段階における栽培環境および作業が、収量に影響する」という仮説（第一の仮説）を立てた。本稿では、イチゴの栽培実験により収量への影響因子を探りつつ、収量安定化のため

のデータ活用方法の検討を行った。

表 1 イチゴの生育状態ごとの基本作業（概略）

時期	株状態	非定常作業	定常作業
9月	株成長	定植	灌水、施肥、防除、温度管理、遮光/採光、など
10月		葉勢調整(摘葉)	
11月	開花	脇芽整理、蜂入れ	
12月	結実 (収穫の最盛期は12~3月)	収穫、古葉摘葉、摘花(受粉不良花の摘み取り、個数調整など)、蜂管理	
1月			
2月			
3月			
4月	新苗作り	ランナー管理	
5月			
6月			

3. 実験(1)：栽培管理のためのイチゴ栽培データ活用に向けた探索的データ分析

3.1. 実験概要

第一の仮説を受け、実験(1)では、通常の栽培管理ではどんな栽培環境や作業内容がイチゴの生長速度や品質に影響しているか、イチゴ栽培データの収集と分析を行った。

実験(1)栽培は2017.9~2018.6にかけて実施した。このときの収集データ項目は表 2 の通り。

表 2 栽培実験におけるデータ計測項目

データ種別	計測項目	備考	
環境データ	温度、湿度、土壌温度、CO ₂ 濃度、照度	センサ計測	
生育データ	株	株の大きさ(幅/奥行/高さ)、葉の大きさ(縦/横)、葉枚数	週3回手作業により計測
	花・実	花・実の総数、花・実の状態(蕾/花/実(緑)/実(赤))	
作業データ	摘葉数、摘花数、収穫数		

3.2. 実験結果

栽培終了後、実験農場の栽培方針の立案と農業指導を行う指導者から管理方針や作業判断のポイントなどをヒアリングし、その内容をデータ上で確認するような探索的アプローチで栽培データを分析した。

計測株(12株)の栽培データを比較したところ、全体として株ごとや時期ごとで収量差(生長ばらつき)が確認された。そこで、常に安定して高収量だった株とそれ以外の株との比較、また栽培期間中の収量推移と環境との関係性に

Data Utilization Method to Support Cultivation Works for Strawberry in Green House
Tomoharu TAKEUCHI[†], Eri KATAOKA[†], Masafumi YAMADA[†]
[†]Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

ついて観察した。その結果、次の知見を得た。

- 株の大きさ管理（摘葉作業）や花・実数の管理（摘花作業）について、指導者の指示（意図する管理方針）通りに作業実施できることが、収量安定化に好影響である。
- ハウス環境について、理想の栽培環境から実環境がずれていくと、収量の乱れにつながる。また、実験(1)後に現場作業員へ栽培状況をヒアリングした結果、指導者からの作業指示（生長管理の目標値）は定量的な基準が無く、作業判断が困難な場合があったことが分かった。

3.3. 結果考察

前記結果から、個体差など制御不可能な要因を除き、「株/花・実/環境の管理基準（数値）を設定して栽培データを用いて定量的に作業管理することが、収量安定化に寄与する」という仮説（第二の仮説）を立てた。

4. 実験(2)：フィードバックレポートを用いた定量的な栽培管理の効果検証

4.1. 実験概要

第二の仮説を受け、実験(2)では、指導者の意図する管理方針を定量的に確認するための管理基準（表 3）を作成し、この基準に沿ってイチゴ栽培管理を行った場合に、定量的な管理基準が無かった実験(1)と比較して収量安定化効果があったのかを検証した。

表 3 イチゴ栽培の管理基準

項目	内容
①株管理	1株あたりの葉面積を基準に、目標値を上回った場合に古葉を摘葉する
②花・実管理	1株あたり花・実の総数について、花芽別に設定された上限数を基準に摘花する
③環境管理	時期ごと（月別）に室温の管理目標値を設定し、環境制御機器（ヒートポンプ、カーテン、窓）により管理する

実験(2)栽培は2018.9～2019.6にて実施した。このとき、計測株（20株）から取得した栽培データを元に葉面積や花・実数、ハウス環境の各状況を算出、可視化したレポートを週次で作成し、現場作業員と指導者にフィードバックした。現場作業員には極力レポートに基づいて作業判断するよう指示することで、①株管理と②花・実管理について定量的に管理できるようにした。また③環境管理については、ヒートポンプ等の環境制御機器を閾値により自動制御した。

4.2. 実験結果

実験(1)栽培と実験(2)栽培について、月別のイチゴ収量（1株あたりの平均収穫個数）およびその累積値を比較した結果を図 1 に示す。図 1 より、最終的な収穫個数は実験(2)栽培が上回っ

たが、収穫の最盛期のうち1月や3月は、実験(2)栽培が実験(1)栽培を下回る収量となった。



図 1 1株あたりのイチゴ収量（実験(1)vs 実験(2)）

ここで、現場作業員へ実験(2)栽培中の状況を確認したところ、11～12月はレポートを活用して基準通りに管理ができていた一方、1月に発生した作業ミス（本実験の非管理対象の作業）が影響して1～3月は殆ど基準通りの管理ができていなかったことが判明した。これを踏まえて図 1 を観察すると、12月までの収量に限れば実験(2)栽培が実験(1)栽培を上回っていることが分かった。このことから、限定的ではあるが、レポートを用いた定量的な作業管理により、収量を安定的に維持できた可能性（収量安定化の効果あり）が示唆された。

4.3. 作業員への実験後ヒアリング

実験(2)栽培に関して、現場作業員と指導者に対する所感を伺った。その結果、レポートを活用した管理の副次効果として、以下知見を得た。

- 管理基準の定量化により現場作業員と指導者との間で曖昧だった管理基準が明確になった。
- 遠方からでもイチゴ株の生育状態を把握できるようになり、指導者から現場作業員への遠隔指導がやりやすくなった。

5. まとめ

本稿では、イチゴのハウス栽培を対象に、「作物収量の安定化」のため、栽培データを元にイチゴの株/花・実/栽培環境を定量的に管理するデータ活用方式を検討・検証した。結果、限定的ながら収量安定化への効果が示唆された。今後は「作業省力化」や「品質安定化」に焦点を当てたデータ活用方式の検討を行っていく。

謝辞

本研究にあたり、北菱電興(株)には、イチゴの栽培実験およびデータ収集に協力いただいた。

参考文献

- [1] 農林水産省, スマート農業の展開について, https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/pdf/smart_agri_tenkai.pdf, 2020.8