

## 営農支援のための圃場気象環境情報モニタリングシステムの開発に関する基礎的研究

羽田野, 梨絵  
九州大学大学院生物資源環境科学府生産環境科学専攻

岡安, 崇史  
九州大学大学院農学研究院生産環境科学部門

平田, 真理  
九州大学農学部生物資源生産化学コース

山邊, 信利  
JA粕屋

他

<https://doi.org/10.15017/9851>

---

出版情報：九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 63 (1), pp.57-63, 2008-02-28. 九州大学大学院農学研  
究院

バージョン：

権利関係：

## 営農支援のための圃場気象環境情報モニタリングシステムの開発に関する基礎的研究

羽田野 梨 絵<sup>1</sup>・岡 安 崇 史\*・平 田 真 理<sup>2</sup>・山 邊 信 利<sup>3</sup>  
中 司 敬<sup>4</sup>・光 岡 宗 司・井 上 英 二

九州大学大学院農学研究院生産環境科学部門生産システム科学講座生物生産工学研究室  
(2007年11月8日受付, 2007年11月30日受理)

## Fundamental Study on Development of Field Monitoring System for Supporting Agricultural Production and Management

Rie HADANO<sup>1</sup>, Takashi OKAYASU\*, Mari HIRATA<sup>2</sup>, Nobutoshi YAMABE<sup>3</sup>  
Kei NAKAJI<sup>4</sup>, Muneshi MITSUOKA and Eiji INOUE

Laboratory of Bioproduction Engineering, Division of Bioproduction System Science,  
Department of Bioproduction Environmental Sciences, Faculty of Agriculture,  
Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan

### 緒 言

農業生産は、気象環境の変化や圃場条件に左右されることが多い。特に、気温、湿度、土壌温度(水温)、日射量等の気象環境情報や圃場や作物の時々刻々の状態変化は、作物の生育状況の把握や灌排水、施肥、除草・農薬散布、収穫の適期判断に利用できるため、極めて重要な営農情報となりうる。しかし、これらの情報の把握や適期の判断は、各農家の経験と勘で行われることがほとんどであり、これらの情報が迅速かつ効率的に利用されているケースは一部の法人経営農家や大規模経営農家を除き極めて少ない状況にある(深津・平藤, 2003)。このような状況は、営農に関する知識

や経験を持たない新規就農者にとって非常に大きな障害となっている。そこで、圃場環境情報を高精度かつ安価にリアルタイム計測・収集し、営農者が適切かつ迅速にこれらの情報を利用できるようにする営農支援システムの開発に関する研究が盛んに行われている(深津・平藤, 2003; 南石・松下, 2003; 平藤, 2004; 南石・木村, 2006)。

中でも、営農支援システムの中核システムとしての圃場環境情報モニタリングシステムの研究は、近年の情報(通信)技術の目覚ましい進歩を背景に盛んに行われており、一部技術については実際に営農利用されるまでに至っている。特に、(独)中央農業総合研究センターでは、インターネットと無線ネットワーク網を利用

<sup>1</sup>九州大学大学院生物資源環境科学府生産環境科学専攻生物システム科学講座生物生産工学研究室

<sup>2</sup>九州大学農学部生物資源生産科学コース生物生産システム工学分野生物生産工学研究室

<sup>3</sup>JA 粕屋

<sup>4</sup>九州大学大学院農学研究院植物資源科学部門農業生産生態学農業生産生態学

<sup>1</sup>Laboratory of Bioproduction Engineering, Division of Bioproduction System Science, Department of Bioproduction Environmental Sciences, Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University

<sup>2</sup>Laboratory of Bioproduction Engineering, Division of Bioproduction System Science, Course of Agricultural Production, Engineering and Economics, Department of Bioresource and Bioenvironment, School of Agriculture, Kyushu University

<sup>3</sup>Kasuya Corporative Association

<sup>4</sup>Laboratory of Agricultural Ecology (University Farm), Division of Soil Science & Plant Production, Department of Plant Resources, Faculty of Agriculture, Kyushu University

\*Corresponding author (E-mail: okayasu@bpes.kyushu-u.ac.jp)

した分散型圃場環境計測サーバ（以下、フィールドサーバと称する）の開発により、気温、湿度、土壌温度、日射量、降雨量、CO<sub>2</sub>等の圃場気象環境情報の計測や、同サーバに搭載された CCD カメラによる作物生育状況や害虫等の観察等、営農への圃場環境・気象情報の高度利用に関する研究が進められている（深津・平藤, 2003; 平藤, 2004）。しかしながら、気象観測装置の導入には一般に高いコストが必要となるため、一般農家への普及については未だ途上の段階であり、より安価で単純な構造の計測装置の開発が切望されている。

本研究では、以上の諸点を考慮し、中央農業総合研究センターホームページ上で仕様が公開されているフィールドサーバ（初期バージョンのみ参照可能）を参考に、利用者がより簡単に製作できるように、冷却ファンなどの可動部分を極力減らした構造の計測装置の開発を試みた。さらに、計測データを自動収集するためのプログラム（以下、エージェントプログラムと略称）とこれらの情報を保存・蓄積した圃場環境情報データベースシステムについても試作したので本稿にて紹介する。

## 圃場気象環境情報モニタリングシステム

### 1. 圃場気象環境情報モニタリング装置

図1に製作した圃場気象環境情報モニタリング装置の外観を示す。本計測装置は、温度センサ、ラジエーションシールド、日射量センサ、支柱および計測デバイスボックスから構成される。なお、計測装置と無線LAN 基地局との距離が遠い場合には、別途無線LAN アンテナを併用することにより解消した。

図2に計測デバイスボックス内部の構成を示す。同ボックス内には、ピックネットワークインターフェースカード（PICNIC: PIC Network Interface Card kit, Tristate 製）と市販の無線LAN ブリッジが同梱されており、各センサはPICNIC 上の A/D 変換ポートに直接接続される。また、センサは、いずれも0～5V（分解能：10Bit）の電圧出力仕様のものであれば直接利用可能であり、前述のフィールドサーバ同様、湿度センサ、土壌温度センサ、水温センサ、土壌水分センサ、EC センサ、CO<sub>2</sub>センサ等が搭載可能となっている。本図から明らかなように、今回製作した計測装置は、センサ部分を電子機器等と分離・収納すると同時に、冷却ファン等の可動部分を極力減らした設計にしたことにより、比較的簡単に製作できるように配慮している。表1に今回の製作に用いたセンサ、電子機器等の詳細を示す。

### 2. 圃場環境情報の計測と収集

前述のPICNICは、計測データを保存・蓄積する機能はなく、ネットワークからアクセスが行われた際に、その時点の計測データをhtml形式でコード化して送信する機能しか持っておらず、このままでは環境情報を定期的にモニタリングすることは不可能である。よって、本計測装置とは別に各計測装置を定期的に巡回しながらデータを計測・収集するためのエージェントプログラムが必要になる。本研究では、使用環境の違いにより、以下の2種類のエージェントプログラムを導入したシステムを開発した。

まず、上記システムが屋内に設置できる場合には、市販の低価格パソコンを利用できる可能性が高く、エージェントプログラムも Visual Basic や C#等を用いて容易に開発可能である。本システムは、同一ネット



図1 圃場気象環境情報モニタリング装置の構成

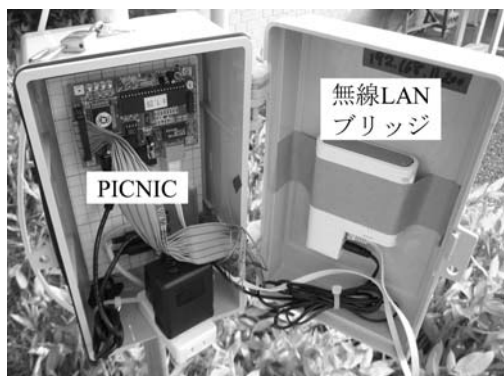


図2 測定デバイスボックス内部の機器構成

表1 圃場気象環境情報モニタリング装置の諸元

構成要素	型式	メーカー	価格
日射量計	ASP-510A2	山善	700円
温度計	LM35DZ	秋月電子通商	150円
ソーララジエーションシールド	4115-A	Davis Instruments Corp.	16,150円
無線 LAN アンテナ	WLE-HG-DYG	BUFFALO	19,800円
ネットワーク対応簡易 A/D 変換カード	PICNIC	秋月電子通商	12,800円
無線 LAN リピータ	WLA2-G54C	BUFFALO	9,500円
支柱			1,200円
電源ボックス	WB-2AOJ	ミライ	1,780円
その他 (ケーブル類, テーブルタップ等)			3,000円

ワーク内に接続された計測装置やフィールドサーバを定期的に巡回 (本研究の場合は10分間隔に設定) して、パソコン内にデータを計測・収集する仕組みとなっている。保存されたデータは、一定時間毎に後述のデータベースサーバに自動転送される仕組みとなっている。これにより、データベースサーバとの通信不良等が発生した場合でも圃場環境計測を継続して行うことが可能である。

一方、システムを屋外に設置しなければならない場合には、耐久性や安定性を考慮し、ハードディスクや冷却ファン等の可動部分が少ないデバイスを採用する必要がある。ここでは、(株)ぶらっとホームが開発・販売しているオンボード Linux サーバの OMS (Open Micro Server) を採用した。OMS はアルミヒートシンクとアルミ筐体の採用により、基盤等から発せられる熱を極力放熱できる構造となっているので、冷却ファン無しの状態で雰囲気温度50℃までの正常動作が保障されている。これにより、パソコンが設置不可能な場所でも計測装置の設置が可能になる。さらに、データは FTP を介してデータベースサーバへアップロードされる仕様とした。

## 圃場環境情報データベース

### 1. 電子地図を併用した圃場気象環境情報の提供

#### (1) Google Maps API の利用

Google Maps API (Google Maps Application Program Interface) とは、自らの Web サイトに電子地図の掲載を可能にする開発ツール群 (商用以外での利用は無償) である。Google Maps API は JavaScript を用いてアクセスするので、サーバサイドプログラム (CGI, PHP, ASP 等) を必要としない点を最大の特徴としている。さらに、同 API は

AJAX (Asynchronous JavaScript+XML の略) を使用しており、ブラウザでページを更新しなくても次々に新しい地図情報を読み込み表示させることが可能である。また、同 API は、①任意の場所にマーカーを配置できる、②情報ウィンドウを地図上に自由に配置・表示できる、③地図上に自由に線を引くことができる等の種々の機能を標準で備えており、様々な形式で地図を作成・表示可能である。ただし、現バージョンでは、①市販の電子地図サービスと比べて、都市部から離れると衛星写真や地図の精度が著しく低下する、②携帯電話による利用に対応していない等の問題もあり、利用範囲には未だ制限も多い。しかしながら、電子地図の活用により、利用者は営農に関する情報を視覚的に把握できるので、このような無償で利用できる電子地図の存在は非常に有効であり、簡易地理情報システム (GIS) への応用も今後大いに期待されることである。

#### (2) 圃場気象環境情報の提供

圃場気象環境情報モニタリング装置運用時のコストの削減やソフトウェアの拡張性等を考慮して、サーバサイドのソフトウェアおよびデータベースプログラムのほとんどを、オープンソースウェアを用いて構築した。圃場気象環境情報モニタリング装置により計測された圃場環境情報は、エージェントプログラムによって取得・解析した後、九州大学内の圃場環境情報データベースサーバ内に保存・蓄積することにより、複数点の計測データを一括管理することが可能である。また、これらのデータは、サーバサイドプログラム (PHP, JSP, Java Servlet 等) と Web サーバ (Apache) を組み合わせることにより、インターネット上に公開した。利用者は、電子地図上に表示されたモニタリング装置の位置をマウスで選択することによ

り、同地点の気象環境情報を直ちに Web 上に表示することができる。

## 2. 営農への利用とその評価

圃場気象環境情報のモニタリング試験は、2007年6月よりJA 粕屋管内の圃場2ヶ所、JA 粕屋本部（糟屋郡粕屋町）ならびにJA 北部プラザ（古賀市、現在メンテナンスのためサービス停止中）において実施している。以下の気温データと日射量データについて示す。

### (1) 気温データ

今回の Web 配信試験では、計測したデータのうち、特に、稲作に直接利用できると思われる日平均気温および積算平均気温のみを提供することとした。計測したデータは、現在、JA 粕屋ホームページ (<http://model.job.affrc.go.jp/FieldServer/default.htm>) から直接リンクされており、Web 上で参照できるようになっている。利用者は、電子地図上に表示されたモニタリング装置をクリックすることにより、クリックした地点の気温データを閲覧可能である（図3および図4）。

今回試作・公開したシステムでは、利用者が任意の起点を Web ブラウザ上で入力することにより、起点からの積算平均気温を計算・表示できるようにしており、稲作における収穫適期判断等への応用に配慮した機能設計となっている。なお、今回の試験では、通信

機器や通信環境の不具合等で計測ができなかった日があったが、このような場合には AMeDAS データによるデータの補間を行った。

図5に2007年6月8日から2007年9月25日までのモニタリング試験で得られた粕屋および古賀の日平均気温と、JA 粕屋管内に最も近い AMeDAS 観測地点である博多および宗像の日平均気温の変化を示す。本図から明らかなように、JA 粕屋管内でモニタリングした2点の日平均気温は、AMeDAS の気象観測データと比較して1～2℃程度の差異が認められた。特に宗像については、日別に比較していくと気温データが他の地点より低い傾向があることがわかった。そこで、各モニタリング地点の気温データと AMeDAS データとの差異がどの程度あるのかについて調査を行った。

図6に博多および宗像で計測された AMeDAS の気温データの日平均気温差のヒストグラムを示す。本図から博多と宗像の気温の日平均気温差は1.3℃を中心に正規分布を描いていることがわかる。また、全体的に博多の気温は宗像と比べて1℃以上高い日が多い。このことから、JA 粕屋管内の各圃場は博多と宗像の間に分布しているため、日平均気温で1℃～数℃程度の差異があるものと予想される。従来、JA 粕屋では AMeDAS データを営農に利用してきたが、モニタリング装置の導入によって、各地域の気象情報がより正確に計測できれば、より適切な作業・管理が可能になるものと期待される。



図3 Google MAPS API を用いたモニタリング装置位置の表示例

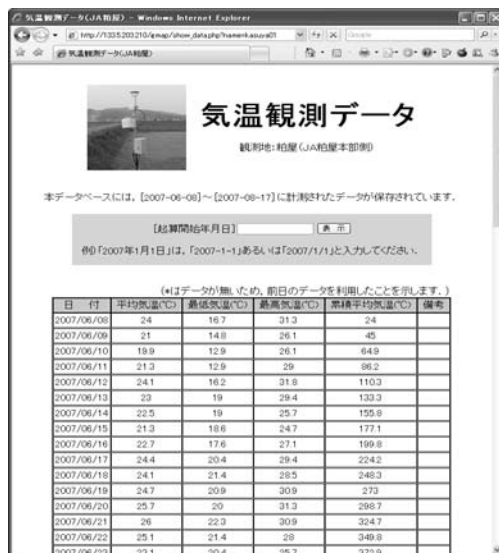


図4 Web ブラウザによる気温データの表示例

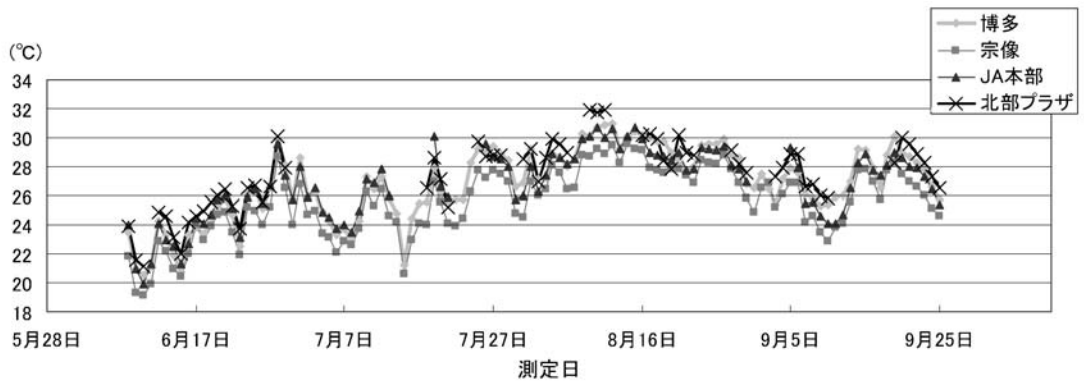


図5 日平均気温データの比較 (2007年6月8日～9月25日)

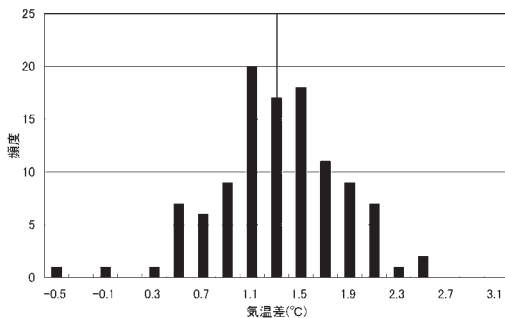


図6 博多と宗像の日平均気温の差のヒストグラム

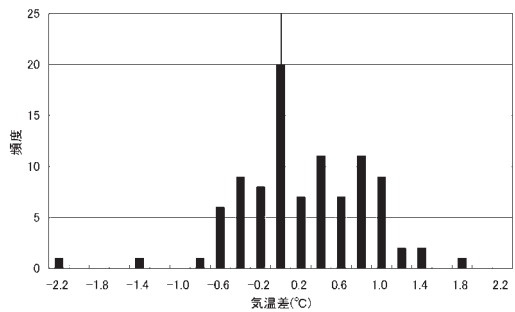


図7 博多と粕屋の日平均気温の差のヒストグラム

粕屋ならびに古賀に設置したモニタリング装置の計測結果と AMeDAS データの比較・照査を行い、両者の差異について検討を行った。図7に粕屋と博多 (AMeDAS) の日平均気温データとの差をヒストグラムにより示す。博多と粕屋の気温差は0°Cを中心とした正規分布をほぼ描いており、日平均気温についてはほぼ同様の傾向を示していることがわかる。しかし、両地点には、±1°C程度の差異が比較的多く発生しており、分布も正確には正規分布になっていないため、積算平均気温等ではかなりの差異が生じてくる可能性も危惧される。

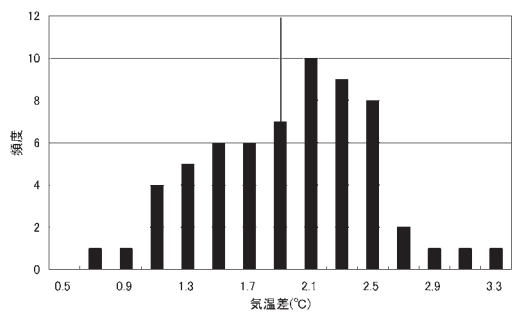


図8 宗像と古賀の日平均気温の差のヒストグラム

図8に古賀と宗像 (AMeDAS) の気温データとの差をヒストグラムで示す。古賀と宗像の日平均気温の差は、1.9°Cを中心左右に分布しており、粕屋・博多間のデータと比較してばらつきも多いことがわかる。両者には日平均気温で比較的大きな差異があることから、積算平均気温ではその差異は非常に大きなものとなる可能性が推察される。しかしながら、今回、古賀に設置した計測システムは、OMS の設定ミス等で動

作が不安定であったため、計測データ点数が粕屋に比べてかなり少なかったことも、このような差異が生じた一因であると思われる。現在、OMS の改修を行っており、今後、継続して試験を行っていく予定である。

(2) 日射量データ

今回試作・提供しているモニタリング装置では日射量の測定も行っているため、その結果について説明す

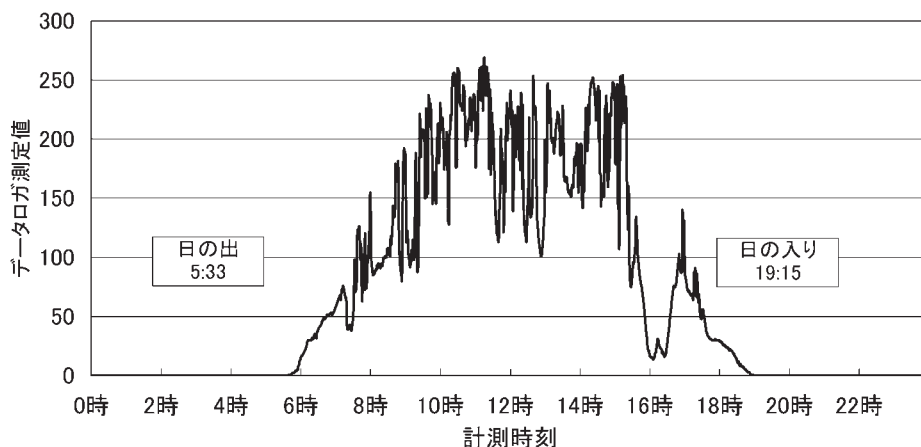


図9 日射量の推移 (2007年8月6日計測)

る。図9に糟屋郡粕屋町での、ある1日の日射量の推移を示す。本図に示しているのは8月6日の測定値であり、AMeDASの情報によるとその日は曇り時々晴れである。日射量センサは、太陽光パネルで発電された電力に比例して変化する電圧を、PICNICで計測することによって、日射量を計測している。本図から、日射量は時々刻々激しく変化している様子が確認される。これは、雲等により太陽光が一時的に遮られて、太陽光パネルにおける発電量が変化しているためである。また、AMeDASの情報によると、博多における日の出は5:33、日の入りは19:15である。モニタリング装置による測定値は5:40から18:58まで光を計測できており、日の出、日の入りを示す時間は博多と比較して10分前後の差が生じている。その理由としては、計測地点がAMeDASの計測地点と距離がある為、多少の誤差が生じたという点、センサの性質上、太陽光があまりに微弱な場合、光を感知することが出来ない点などが考えられる。このように計測に関して、多少の誤差、問題は認められたものの、年間を通した日照時間の簡易計測法としては十分な精度を有しているものと判断される。

## 結 言

本研究では、営農者および新規農業参入者が容易に利用できる気象環境情報収集・提供システムの構築を行った。今回開発した計測装置を用いて、JA粕屋管内の2圃場においてモニタリング試験を行った。さらに、計測したデータは、インターネットを介して圃場環境情報データベースに保存・蓄積すると同時に、同

地域の営農者を対象にWebブラウザとGoogle Maps APIを用いた簡易閲覧ツールにより配信・提供できるようにした。一方、計測した2地点の日平均気温データは、博多と宗像で常時計測・提供されるAMeDASデータに比べて、1℃～数℃の差異が認められ、モニタリング装置の設置は営農にとって有効であることがわかった。また、日射量についても太陽光パネルを利用したため、多少の誤差は確認されたものの、年間を通した日照時間の簡易計測法としては十分な精度を有しているものと判断された。

## 謝 辞

本研究は、平成17年度より日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究A (No. 17208022) の援助および平成18年度JA糟屋との協同研究を受けて実施されたものである。記してここに謝意を表します。

## 文 献

- 平藤雅之 2004 フィールドサーバによるセンサネットワークとユビキタス環境. 農業機械学会誌, 66(4): 4-9
- 深津時広, 平藤雅之 2003 圃場モニタリングのためのフィールドサーバの開発. 農業情報研究, 12(1): 1-12
- 南石晃明, 松下秀介, 池田正弘 2003 営農計画のための農業技術体系データベースの試作. 農業情報研究, 12(2): 133-152
- 南石晃明, 木村 浩, 平石 武 他 2006 農業使用リスク管理システムの開発実証. 農業情報研究, 15(4): 359-371
- 岡安崇史, 西出寿也, 中司 敬, 井上英二 2006 圃

## Summary

The field weather monitoring system for supporting agricultural production and management was developed by using measuring units such as sensors, a built-in web servers and a wireless LAN device and self-programmed agent system. All the measured data were collected through the internet and stored into the field weather and environment information database periodically. The data were supplied directly by the web based weather data offering system using the Google Maps API to the farmers in Kasuya area, Fukuoka, Japan. This web based system was developed by the open software such as apache (web server), PHP, JSP, Java Servlet, and so on. On the other hand, the average temperature in Kasuya and Koga measured by the monitoring system mentioned above differed by several degrees from the AMeDAS data in Hakata and Munakata public monitoring sites. It was suggested that the field weather monitoring system developed was effective in optimizations of agricultural production and management systems. Moreover the variation of local isolation intensity was measured using the solar panel. The data would be used for the simple method for estimating the sunshine time while it was confirmed that the measured data have an error slightly from the AMeDAS data.