

果樹園農家における気象データ取得システムの構築

神崎 浩貴^{†*} 内田 翔太^{‡*} 渡邊 隼人^{‡*} 大塚 真吾^{†‡**}

[†] 神奈川工科大学大学院工学研究科 〒243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030

[‡] 神奈川工科大学情報学部情報工学科 〒243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030

E-mail: ^{*}{s1285025, s0921017, s0921153}@cce.kanagawa-it.ac.jp, ^{**}otsuka@ic.kanagawa-it.ac.jp

あらまし 果物の栽培は長年に渡り各農家の独自の経験則や熟年者の感覚によって行われており、それら経験則の大部分は本人の頭の中や本人にしか理解出来ない内容がノートに書かれているだけのケースが多い。したがって、農業試験場など公的な機関を除いては、気温や湿度などみかんの生育環境に関する統計的な気象データがほとんど存在しない状況にある。また、多くの果樹園農家の経営状況では、後継者育成のために気象データを取るための設備やそのランニングコストを投資することは難しい状況にある。そこで、本稿ではシステム全体を太陽光発電のみの電力で賄う気象データ取得システムの提案を行い、さらに、取得データの解析、および、視覚化についての検討を行う。

キーワード 気象データ、気象センサー、果樹園、みかん

1. はじめに

果物の栽培は長年に渡り各農家の独自の経験則や熟年者の感覚によって行われており、それら経験則の大部分は本人の頭の中や本人にしか理解出来ない内容がノートに書かれているだけのケースが多い。したがって、農業試験場など公的な機関を除いては、気温や湿度などみかんの生育環境に関する統計的な気象データがほとんど存在しない状況にある。また、多くの果樹園農家の経営状況では、後継者育成のために気象データを取るための設備やそのランニングコストを投資することは難しい状況にある。

高度成長期までは、農業を継ぐ跡取りが多かったため、果物生産のための経験則は代々受け継がれてきた。しかし、ここ数十年の間に農作物の自由化など農業を取り巻く環境が一変し、農業だけで安定した収入を得ることが難しくなった。その結果、後継者のなり手が減少し、生産者の高齢化や死去によって、廃園になるケースが増加している。また、果物の生産に興味がある若者も、果物栽培の経験則を教わる機会が無いため、果樹園業に新規参入することもなかなか難しい状況である。

さらに、現状の果樹園農家は収穫期の作業量の多さに見合った報酬を得ることが難しいため、若者からも敬遠される傾向があることも問題である。みかん、りんご、ぶどうなど多くの果物の収穫は手作業で行わなければならない収穫にかかるコスト(人件費)は高くなる傾向がある。さらに、収穫物を高く売するためには、駅や住宅街で手売り(農協などを通さずに直売)しなければならないという現状がある。実際にみかん農家で聞

取り調査を行ったところ、高品質の 1Kg のみかんを自ら手売りしたときの価格は 250-300 円なのに対して、農協などに出荷すると 100 円程度、ジュースの原材料として出荷した場合は 5 円程度であった。[1]また、品質が落ちると販売価格は 1/3 程度となる。したがって、農家の収益を上げるためには、高品質な果物を多く生産し、できるだけ手売り(直売)で消費者に届けることが重要となる。

農林水産省の作物統計によると、平成 22 年度のみかんの作付け面積(結果樹面積)は 2 年前と比べ 5%減、収穫量・出荷量に関しては 2 年前と比較して 13%も減少している。(みかんは果実数が多い年(表年)と少ない年(裏年)があるため、2 年前のデータと比較するのが一般的である。)りんごに関しても平成 22 年度の結果樹面積は前年と比べ 2%減、収穫量・出荷量は前年と比較して 7%も減少している。また、作物統計の中でも結果樹面積の減少理由は「生産者の高齢化に伴う廃園等が進んだ」と述べている。

そこで我々は、果樹園農家に対し、果物栽培の経験則の数値化、果樹園農家の収益向上のための直販システムの構築などの情報技術(IT)を導入することで、果樹園農家の後継者育成を支援し、その結果として、果樹園農家数や作付け面積を増加させ、果物の自給率を向上させることを目的とする。

2. 研究概要

果樹園の種類は多数あるが、今回の研究ではみかん農家を対象として実験や評価を行った。具体的には以下の(1)と(2)を実施している。

- (1) 果樹栽培の経験則の数値化を行うため、みかん山に気象センサーを設置し、観測データを定期的にサーバへ送るシステムの構築。
- (2) 太陽光発電を用いた観測データの収集と送信にかかる費用の低コスト化とシステムの省電力化についての検討。

3. 機器の説明

本研究では、各農家の独自の経験則や熟年者の感覚によって行われる果物栽培の経験則の数値化を目指す。そのため、気温や湿度などみかんの生育環境に関する統計的な気象データを取得するための気象センサーをみかん山に設置した。

3.1. 気象センサー

設置した気象センサーでは次の 8 種類の気象データを取得することができる。

1. 気温 (°C)
2. 湿度 (%)
3. 日照 (W/m^2)
4. 風速 (m/s)
5. 風向 (°)
6. 降雨 (mm)
7. 気圧 (mber)
8. 露点温度 (°C)

気象センサーは無線ノードに接続されており、センサーによって観測されたデータはこのノードを通じてセンサー制御サーバ内にあるデータベースに蓄積される。無線通信の範囲は、ノードの配置、高い木や葉、壁などの障害物によって変動するが、最大で 600m まで飛ばすことができるため、1つのノードで約 10ha の土地をカバーすることが可能である。

気象データの取得は常時行われているわけではなく、一定の時間間隔で行われるようになっている。本研究で使用する機材では観測された気象データを 15 分毎にセンサー制御サーバへ送信している。

気象センサーによって取得されたデータはノードを使った無線通信により、センサー制御サーバ内にある SQLite データベースに蓄積される。蓄積されるデータにはデータを取得した日時、送信元のノード ID、観測された気象データが記録される。

3.1.1. SQLite データベース

SQLite データベースについて説明する。SQLite データベースにはパスワードの設定が必要ない。そのため、

複雑な設定が必要なく容易に使用が可能である。また、データベースのファイルが一つにまとまっているのでバックアップが容易に行える。この 2 つの利点がある



図 1 気象センサーと無線ノード

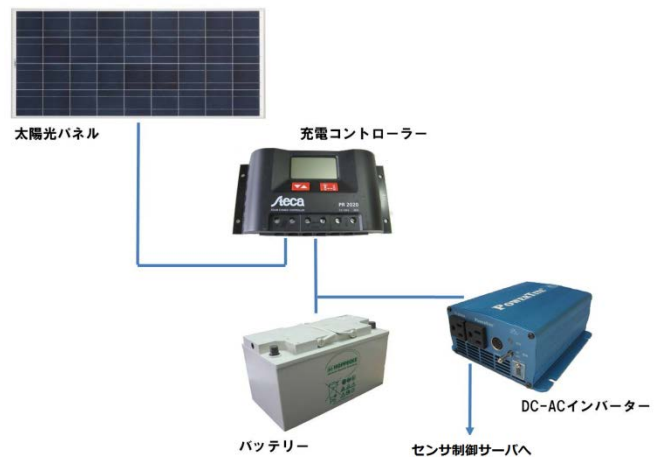


図 2 太陽光発電システム

ため、本研究では SQLite データベースを利用することが適していると考えられる。

一つ目に、データベースへアクセスする際にパスワードを求められない。そのため、サーバ上へデータベースを置いてしまえば容易に接続することができる。また、PHP との相性がよく、PHP で SQLite を使用するための関数が用意されている。

次に、データベースファイルが一つにまとまっているため管理がしやすく、今回のように取得したデータを別のサーバへ転送するのに適している。

3.2. 太陽光発電

本研究では、みかんの生育環境に関する統計的なデータを低コストで取得するために、太陽光パネルを用いて気象データを取得することを目指している。

対象とした果物であるみかんの育成環境の特徴として、みかん畑の多くは日当たりの良い南東の斜面に

あるため太陽光を集め易いといったことが挙げられる．そのため，太陽光発電を利用するのに適した土地であることがわかる．

本研究で使用する太陽光発電システムについて説明する．システムの構成を図 2 に示す．使用する太陽光パネルは 2 枚で，発電容量は 1 枚で 125W，2 枚合わせて 250W である．発電された電力は 2 つのバッテリーに蓄電される．バッテリーへの充電状況やエラーに関しては充電コントローラーの液晶画面に表示される．バッテリーに充電された電力を使う際には DC-AC インバータを通して直流の電流を交流に変換することで使用することができる．センサー制御サーバの起動電力にはこれを用いる．センサー制御サーバはネットブックを利用するため低電力であり，太陽光発電で十分に賄えると考えた．

今回使用した気象センサーは充電式の太陽電池を内蔵しており，単独での駆動が可能となっている．満充電の場合では，日光がなくても約 3 ヶ月間動作する．

4. 費用について

4.1. 機材の費用

現在の果樹園農家の経営状況では，後継者育成のために気象データを取るための設備やそのランニングコストを投資することは難しい状況にあるため，費用を抑えることを目標としている．本研究で使用した機材とそれに掛かる費用を表 1 に示す．気象データを収集するための気象センサーと無線ノード，収集したデータを蓄積するためのセンサー制御サーバ，太陽光発電を行うためのパネルやバッテリーである．これらの費用を合計すると本研究で構築するシステムに掛かる初期費用は 56 万円となる．

表 1 機材の費用

名称	単価(円)
無線ノード eko EN2100	64,000
無線基地局 EB2110J	41,000
LAN/Internet 接続用ミニサーバ	120,000
気象センサセット ES2000	125,000
太陽光発電セット 太陽光パネル 2 個 専用延長ケーブル 充電コントローラー PR2020 DC/AC インバータ ディープリサイクルバッテリー DC-27 2 個	210,000

4.2. ランニングコスト

ランニングコストについて説明する．本研究では，太陽光発電を用いることで電気に掛かる費用を抑えることができる[2][3]．そのため，維持費として必要なも

のはレンタルサーバの契約料金と b-mobile Wi-Fi の通信料金である．維持費はそれぞれ 16,000 円と 29,800 円で年間 45,800 円となる．我々の研究室に置かれているサーバや独自のサーバではなくレンタルサーバを利用する理由は，大学内のトラフィックの影響や商用目的での利用を考慮しているためである．

表 2 ランニングコスト

名称	費用(円)
レンタルサーバ利用料	年間 16,000
b-mobile U300	年間 29,800

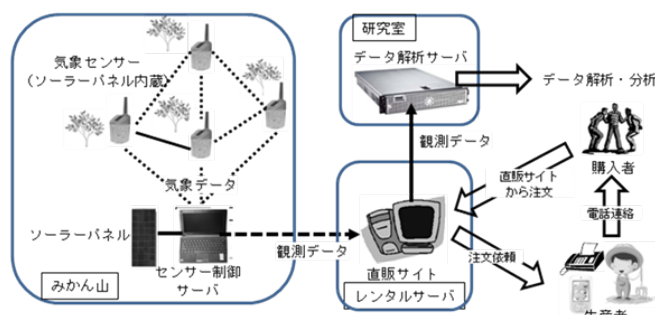


図 3 システムの構成

5. システムの流れ

本研究で構築したシステムの構成を図 3 に示す．尚，本稿では気象データの取得および視覚化について述べる．直販サイトの構築と注文システムについては説明しない．

5.1. 全体の流れ

提案する気象データ取得システムの流れを以下に示す．手順として，(1)~(4)の順番に処理が行われる．

- (1) 気象センサーでデータを観測する．
- (2) 観測されたデータは無線ノードを通してセンサー制御サーバに送信される．
- (3) 観測データを定期的にレンタルサーバにアップロードする．
- (4) レンタルサーバにアップロードされた観測データを Web 上で閲覧できるようにする．更に，観測データをグラフとして表示する．

気象センサーによって取得された観測データは 15 分毎に無線ノードを通してセンサー制御サーバへ送信され，データベース内に蓄積されていく．そして，センサー制御サーバ内の SQLite データベースに蓄積された気象データは b-mobile Wi-Fi 通信を使ってレンタ

ルサーバへ転送される．Wi-Fi を使用する理由は，電気と同様に，みかん山にはネットワークが通っていないためである．そのため，山の上でも電波の届く Wi-Fi 通信を利用している．レンタルサーバへの気象データの送信は，気象センサーからデータが送られてくると同じ間隔の 15 分毎に設定した．

気象センサーによって取得されたデータをレンタルサーバに転送することで，みかん山へ行かなくても気温や湿度といった気象状況をネットワークに接続するだけで知ることができる．また，落雷や保守点検による停電を回避することができ，観測データの欠損をさけることができる．

レンタルサーバへアップロードされたデータは，PHP を用いて SQL コマンドを送ることで SQLite データベースに接続し，必要なデータを取り出すことが可能である．例として，観測データの一部を問い合わせで表示させた表を図 4 に示す．このデータは PHP を使い表示させているため，ブラウザ上で閲覧が可能である．また，問い合わせ文を変更したり，条件を付けくわえることで，容易に必要なデータを得ることができる．

取得したデータをより理解しやすくするためにグラフを用いて表示できるようにした．例として，気温と湿度のグラフを図 5 に示す．データをグラフ化するのには Highcharts というグラフ描写ライブラリを用いた．Highcharts は JavaScript によって実装されており，棒グラフや線グラフなど様々な形式のグラフを容易にブラウザ上で表示させることができる．グラフの縦軸はデータの値，横軸は時間となっているため，時間経過による気象状況の変化がわかりやすい．また，複数のデータを 1 つの画面上に表示させることができるため，それぞれの気象データの関係性を発見するのに有効であると考えられる．

ID	時間 [result_time]	ノード ID [nodeID]	気温 [Temp]	湿度 [Humidity]	太陽光 [Solar]	風速 [WindLast]	風速最大 [WindMax]	風向 [WindDir]
9118	2012-11-05 21:10:00	32768	12.5 °C	97.67009 %	0.0 W/m ²	10.863072 m/s	14.484096 m/s	9.7 °
9119	2012-11-05 21:26:10	32768	12.59 °C	97.893761 %	0.0 W/m ²	10.863072 m/s	14.484096 m/s	8.9 °
9120	2012-11-05 21:42:20	32768	12.73 °C	97.960754 %	0.0 W/m ²	7.242048 m/s	12.673584 m/s	9.0 °
9121	2012-11-05 21:58:27	32768	12.88 °C	97.938431 %	0.0 W/m ²	5.431536 m/s	12.673584 m/s	7.84 °
9122	2012-11-05 22:14:37	32768	12.91 °C	98.850063 %	0.0 W/m ²	9.05256 m/s	10.863072 m/s	6.7 °
9123	2012-11-05 22:30:45	32768	13.2 °C	97.960754 %	0.0 W/m ²	3.621024 m/s	10.863072 m/s	6.9 °
9124	2012-11-05 22:46:56	32768	13.01 °C	98.650063 %	0.0 W/m ²	10.863072 m/s	12.673584 m/s	7.3 °
9125	2012-11-05 23:03:02	32768	12.65 °C	99.312004 %	0.0 W/m ²	10.863072 m/s	14.484096 m/s	9.6 °
9126	2012-11-05 23:19:10	32768	12.59 °C	99.224037 %	0.0 W/m ²	10.863072 m/s	14.484096 m/s	8.9 °
9127	2012-11-05 23:35:19	32768	12.6 °C	99.180016 %	0.0 W/m ²	12.673584 m/s	14.484096 m/s	9.4 °

図 4 観測データ

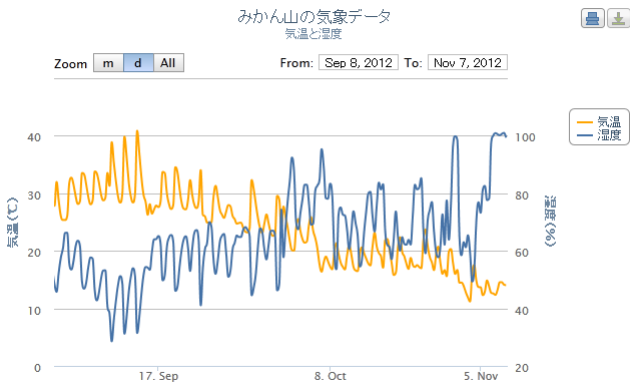


図 5 気温と湿度のグラフ

5.2. 太陽光発電システムの流れ

太陽光発電システムの流れを以下に示す．

- (1) 太陽光パネルにより発電する．
- (2) 発電された電力は充電コントローラーによって制御されてバッテリーに充電される．
- (3) 蓄電された電力は DC/AC インバータを通して直流電流から交流電流に変換する．
- (4) DC/AC インバータに接続することで，電機製品を使用することができる．

6. 太陽光パネルによる発電量

バッテリーに満充電されるまでの時間を計測するために，太陽光パネルを用いた充電実験を行った．

6.1. 計算による理論値

満充電されるまでに掛かる時間を導き出すために次の計算式を用いた．また，本研究で用いた機材では，電圧が 25V，電流容量は 105W，供給電力は 130W，充電効率が 0.5 である．

「充電時間(時間)=電圧*電流容量/供給電力*充電効率」

この式より，満充電までに掛かる時間は約 10 時間となった．センサー制御サーバの電力消費量は，満充電の状態からゼロになるまでおよそ 14 日間動作するため，天候の悪化で発電が行えない日が続いたとしても十分に賄うことができると考えられた．

6.2. 実験による実測値

実験では，天候が快晴の日の日当たりが良い場所に太陽光パネルを 2 枚設置し，充電量の変化を記録した．結果として，3 時間で 30%充電されたことを確認した．

実際に設置する神奈川県小田原市国府津の 2012 年の日照時間は 2,008 時間であった．[4]この結果より，1 日当たりの日照時間平均は 5 時間 30 分であることがわかる．よって，1 日平均 50%の充電が行える．

7. 考察

本研究で用いた気象センサーでは日照量が計測されている。みかんの育成には太陽光が欠かせないと言われるが、本研究で得られた日照量のデータとみかんの美味しさの相関関係を知ることができれば、みかんの美味しさを数値として提示することができ、販売促進につながるのではないかと考えられる。

本システムでは、太陽光発電を用いることにより、ランニングコストを下げ、システムの構築に掛かる費用を低コスト化しようとしているが、現状では太陽光パネルや気象センサーといった機器の値段は決して安いものではない。本研究で用いた機材に掛かる費用は合計で56万円になる。そのため、本システムを気軽に導入することは困難である。しかし、近年では太陽光や風力などの自然エネルギーによる発電が注目されてきている。そして、太陽光発電技術は日々進歩しているため、現状では高いコストのかかる太陽光発電ではあるが、数年後には性能やコスト面において改良されていくと思われる[5]。今回の研究ではみかん農家を対象として実験を行ったが、別の果樹園農家でも本研究で構築したシステムを使い、後継者育成の支援や果物栽培の経験則の数値化を行うことが十分可能であると考えられる。

8. おわりに

本研究では、果樹園農家に対し、果物栽培の経験則の数値化、果樹園農家の収益向上のための直販システムの構築などの情報技術(IT)を導入することで、果樹園農家の後継者育成を支援し、その結果として、果樹園農家数や作付面積を増加させ、果物の自給率を向上させることを目的としたシステムの構築を行った。

送電線やインターネット回線を引くことが困難な山の中であっても、太陽光発電を用いることで電力を賄うことができることを示した。さらに無線通信環境を作り上げることにより、気象センサーを設置するだけでデータの取得およびサーバ上での視覚化を行うことが可能であることを示した。

これにより、気象データの取得による果物栽培の経験則の数値化は可能であると思われる。また、IT導入による後継者の育成支援も行えると考えられる。

今後の課題として、取得した観測データとその周囲で生産された果物の生産量との相関関係の抽出を行う予定である。また、今回は気象センサーを1つしか使用しておらず、広大なみかん山全体をカバーしきれていない。なので、より正確な観測データを得るために複数の気象センサーを設置し、データの解析を行う。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金 若手研究(B)(課題番号 24700102) の助成による。

参考文献

- [1] 須藤芳正, 荒谷真由美, 田中伸代, “農業経営における経営分析の活用: 中山間地域の温州みかん農家経営分析” 川崎医療福祉学会誌 11 巻(2 号), pp. 297-305, 2001.
- [2] 藤井崇, 高口洋人, 杉崎聡, 新田貴彦, “既築建物に対する太陽光発電導入に関する研究: 千代田区におけるケーススタディ(環境工学)”
- [3] 杉原良和, 朝日弓未, 山口俊和, “住宅用太陽光発電における蓄電池導入価値評価: ROA(Real Option Approach)による分析(資源・環境)”
- [4] 気象庁, <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- [5] 宮田麻衣, 依田浩敏, “全世帯太陽光発電システム付集合住宅におけるエネルギー消費量と居住者の省エネルギー意識に関する調査研究(自然エネルギー利用, 環境工学 II)学術講演梗概集.D-2, 環境工学 II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用 2009”, pp.1305-1306, 2009.