

研究ノート

ICT と気象センサを組み合わせた気象情報モニタリング －網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所館内の比較－

岩田一樹、山口政人、庭野道夫

東北福祉大学

要旨

本稿では宮城県石巻市網地島、仙台市青葉区国見ヶ丘、東北福祉大学感性福祉研究所中庭においてオリーブの成長度合いが異なる理由を気象データ（気温、湿度、日照量、風速）に着眼して検討した結果を報告する。その結果、湿度については細かな違いは見出されたが、全体としては大きな違いはなかった。それに対して、気温、日照量、風速において網地島の値が他の2地点よりも高い値となっていた。気温については平均値において1℃程度網地島の方が高く、同一県内においても大きな違いがあることがわかった。このことから気象データを農作物管理に活用するためには、気象庁からのデータのみでなく、田畑に近い地点での測定が必要であることが示唆された。

キーワード：気象データ、遠隔測定、データ分析、オリーブ

緒言

近年、農業分野において気象データの活用が注目を集めている¹⁾。例えば、気温と降雨量からの害虫発生予測²⁾や、日照量や二酸化炭素量、気温、水量の管理による農産物の生産・品質管理への活用などが期待されている³⁾。また、これらの傾向について別の見方をすると、ビッグデータとして気象データを収集し、それとIT (Information Technology)、IoT (Internet of Things)、機械学習や人工知能技術との組み合わせによって、これまで農業従事者の経験知や暗黙知を頼りに予測、育成管理がなされてきた農業生産について、その知を形式化し、その生産の効率化・普遍化を目指すものとも見て取れる。実際に内閣府はSociety 5.0において、スマート農業として、少子高齢化の中で持続可能な農業を、気象などのデータと人工知能、ロボティクスを組合せて実現しようとしている⁴⁾。

一方、我々のグループは、2018年度から石巻市網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭においてオリーブの実験栽培を行っている。この栽培は、日本におけるオリーブ栽培の北限とされる宮城県において、オリーブの主要な生産地の一つであるチュニジアの原産のオリーブの栽培をするものである⁵⁾。その育成の中で、同時期に植樹したにも関わらず、これら3点での成長は大きく異なっており、網地島、感性福祉研究所中庭、国見ヶ丘の順で生育が良いが、その理由は明らかではない (Fig. 1)。

植物の生育には気温、降水量などの気象条件が影響を与える。したがって、本研究はこれら3地点の気象情報を比較することで、その成長の違いを検討することを目的としている。本研究ではオリーブの成長を対象とするが、気象条件が植物の成長と関連するのはオリーブのみではないため、得られた知見の応用範囲は広く、植物の最適な育成管理を検討する上で必要不可欠なものになると考えられる。なお、網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭には気象庁や気象台の設置する計測器は設置されておらず、また、局所的な気象はそれらが発表するデータは完全には一致しないことがわかっている⁶⁾。そのため、我々は、この

3 点に独自の気象観測装置を設置し、ICT（Information and Communication Technology）を活用して遠隔で気象データを取得した。



Fig. 1 オリーブの生育状況。写真は2022年2月8日に撮影し、左から網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭である。

測定方法

本研究では3台の気象観測装置を石巻市網地島、仙台市国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭に設置し、気象情報の取得を行った⁶⁾。気象測定は約10分毎に行い、記録する項目は測定時刻、気温 [°C]、湿度 [%]、照度 [lux]、風向 [°]、風速 [m/sec]、雨量 [mm] の7種類である。

本報告で用いるデータの取得期間は2022年1月29日～2022年2月3日である。なお、取得データはサーバに転送・保存され、遠隔から確認可能になっている。

測定結果と考察

以下では、取得した気象情報の中から植物の育成と関連が深いと考えられる気温、湿度、日照量、風速についてデータ分析を行った結果を述べる。なお、植物の生育には雨量も重要だと考えられるが、期間内において測定3点で何れも0 mm だったため、本稿では省略する。

Fig. 2 に取得データの例として感性福祉研究所中庭で測定された気温の時間変化を示す。Fig. 2 (a) は横軸を日時、縦軸を気温としたものであり、データ取得期間において1月31日が最も気温が低かったことが見て取れる。なお、仙台市気象台が発表しているこの期間（2022年1月29日～2022年2月3日）の平均気温において最も低かったのは1月31日の0.3°C であることは取得データと整合している⁷⁾。さらに、Fig. 2 (b) は (a) をもとに1時間毎の平均気温を棒グラフで示したものである。最低気温は5～7時の間に観測され、最高気温は13～14時の間に観測されることがわかる。

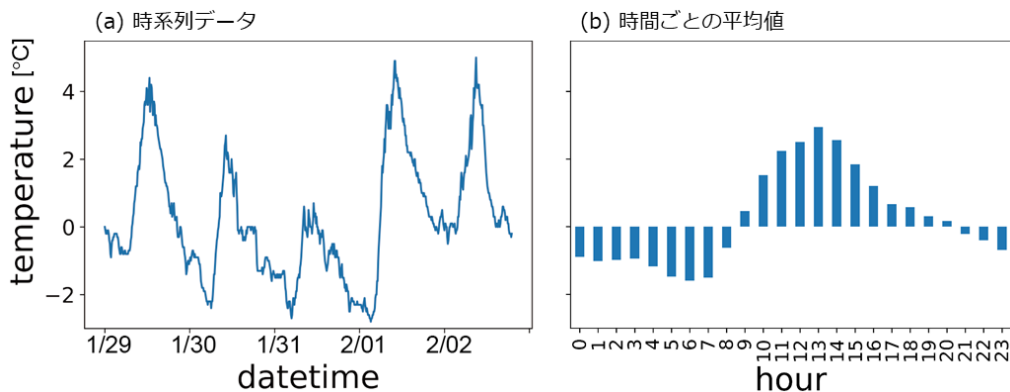


Fig. 2 気温変化。(a) 期間内の時系列データ。(b) 時刻毎のクロス集計の結果。

次に、Table 1～3は上記3点の期間内における、気温、湿度、日照量、風速の主な記述統計量を示したものである。Table 1～3はそれぞれ、網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭のデータである。気温、日照量、風速においては、この3点で大きな違いが見出だせるのに対して、湿度については大きな違いは見られなかった。なお、表内で25%、50%、75%は25%タイル、50%タイル（中央値）、75%タイルを意味している。

これらの気象データを細かく見ていくと、まず、気温については平均値、50%タイル共に網地島では1.7℃を超えるのに対して、国見ヶ丘、および、感性福祉研究所中庭においては1℃を下回っている。さらに、最高気温と最低気温に注目すると、最高気温については3地点とも5℃を超えていて大きな違いがないが、それに対して、最低気温では網地島と感性福祉研究所中庭においては、それぞれ、-2.9、-2.8と違いがないのに対して、国見ヶ丘においては-4.0と大きな違いがある。測定期間が短期間であるため、今後、1年程度の測定は必要だが、国見ヶ丘の寒暖差が大きい可能性がある。寒暖差は糖分解に影響を与え、その差が大きいほど果実は甘くなる⁸⁾。したがって、国見ヶ丘はトマトやスイカなどに適している可能性がある。

日照量については感性福祉研究所中庭のみ25%タイルまでが0である。この理由は、感性福祉研究所中庭は四方を壁に囲まれているため、露地である網地島や国見ヶ丘よりも日差しの入るのは遅く、一方で、日差しが遮られるのも早いと推察される。この点は、後に述べる日照量平均値の時刻変化において顕著に現れている。

風速については網地島の風の強さが目立つ一方、感性福祉研究所中庭においては75%タイルで0.3m/secと殆ど風が吹かないことがわかる。なお、仙台市気象台が発表している測定期間における平均風速は3.0m/sec程度、石巻気象台における平均風速は4.0m/sec程度なのでそれらと比較すると網地島において測定された平均風速2.1m/secはやや小さい値となっている⁷⁾。この違いは、気象台で風速計が設置されている測風塔が周辺の建物からの影響を排除するために52mの高さを有していることに起因するものと考えられる⁹⁾。また、感性福祉研究所中庭において風が弱いのは日照量と同じく、四方が建物に囲まれているのが原因と考えられる。

Table 1 網地島における気象データの記述統計量

	気温 [℃]	湿度 [%]	日照量 [lux]	風速 [m/sec]
平均値	1.75	66	16,295.2	2.1
標準偏差	1.68	7.5	15,799.23	1.45
min	-2.9	53	0.0	0.0
25%	0.5	61	3,296.8	0.7
50%	1.7	66	9,195.5	2.2
75%	3.2	71	30,502.0	3.4
max	5.8	85	53,357.5	5.1

Table 2 国見ヶ丘（露地）における気象データの記述統計量

	気温 [℃]	湿度 [%]	日照量 [lux]	風速 [m/sec]
平均値	0.85	64	11,601.3	0.7
標準偏差	2.27	13.4	11,868.08	0.75
min	-4.0	41	0.0	0.0
25%	-0.8	52	2,579.6	0.1
50%	0.7	66	8,067.4	0.5
75%	2.7	77	16,208.0	1.2
max	5.4	88	46,969.6	3.3

Table 3 感性福祉研究所中庭における気象データの記述統計量

	気温 [°C]	湿度 [%]	日照量 [lux]	風速 [m/sec]
平均値	0.98	60	7,342.1	0.2
標準偏差	1.94	13.3	10,839.73	0.26
min	-2.8	38	0.0	0.0
25%	-0.3	49	0.0	0.0
50%	1.0	61	4,383.9	0.1
75%	2.5	73	9,042.5	0.3
max	5.0	86	59,539.6	1.3

さらに詳しく気象データを分析し、3地点におけるオリーブの生育の違いを検討するために、得られた気象データを時刻でクロス集計し、時刻毎に平均値を算出した。その計算結果を時刻毎にプロットしたものが、Fig. 3～6である。これらの図はそれぞれ横軸に時刻、縦軸にその時刻における情報の平均値である。

Fig. 3は時刻毎の平均気温をプロットしたもので、図内に平均気温、標準偏差（括弧内）、時刻毎の平均の最大値、最小値を示している。(a)～(c)はそれぞれ網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭の結果を示している。どの観測点においても13～14時台で最高気温を記録しており、グラフの概形は似たものになっている。しかし、細かく見ると、プラスの気温になるのが網地島では8時台であるのに対して、国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭では9時を過ぎるまでプラスの気温とならないのを見て取れる。確かに、オリーブはある程度の耐寒性を有しており、-9℃くらいまでは耐えられるとされている^{10) -12)}。しかし、オリーブで著名なチュニジアのチェニスの年間平均気温が18.4℃であり、月間最低気温が10℃を下回らない点を考慮すると¹³⁾、氷点下の気温は好ましくないと推察される。したがって、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭と網地島を比較した際に、成長度合いが大きく異なる理由は気温に起因していると推察される。

また、国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭を比較すると、わずかであるが、中庭の方が平均気温と時刻別の最低気温が高い。その一方で、時刻毎の最高気温では国見ヶ丘の方が高い。この気温の違いについては、露地と建物に囲まれていることによる違いに起因すると推察されるが、そのはっきりとした理由はわかっていない。ただ、網地島との成長の違いが気温に起因しているとするれば、わずかではあるが、この気温の違いを反映して、国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭での育成度の違いが生じている可能性がある。この点については、今後も長期的に測定を続けていき、検討をしていく必要がある。

次に、湿度について検討を行う。Fig. 4は気温と同様に時刻毎の湿度平均を示したものである。3地点で何れも、60～80%で、その時刻変化にも大きな違いはない。したがって、3地点でのオリーブの成長の違いは湿度が原因となっていないことが示唆される。

Fig. 5は日照量の時刻変化である。日照量については、明らかに網地島での値が大きく、全時刻で国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭の値の2倍以上の値となっている。植物が成長する上で必要不可欠な日照の違いは成長に影響を与えることは間違いなく、また、日照量は気温との相関性が高く日照量が多いほど気温が高くなる⁷⁾。したがって、網地島のオリーブの生育が他の2箇所よりも良い理由は気温と日照量の違いが大きいと推察されるが、この2つの量は互いに相関しているため、どちらが本質的なのかの断定は困難である。しかし、国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭における測定結果では、全体としては国見ヶ丘の方は日照量が多い。これも中庭が建物に囲まれているのが原因である。この国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭の結果を比較すると、気温が低く日照量の多い露地よりも気温が高く日照量の少ない中庭で、後者の生育の方が良いことから、気温の方が重要である可能性が示唆される。ただし、時刻毎の最大日照量について国見ヶ丘と感性福祉研究所中庭で殆ど差がない。それどころか、日照量の最大値についてのみ着目すれば、網

地島が53,357lux、国見ヶ丘が46,969.6lux、感性福祉研究所中には59,539.6lux と中庭の値が最も高い。このことから、国見ヶ丘よりも感性福祉研究所中庭の成長が良いのは、トータルの日照量が成長に重要なだけでなく、日照量の最大値も成長に関連する可能性があり、結論を与えるには情報不足である。今後、気温を一定にして日照量を変化させるか、日照量を一定にして温度を変化させる実験などを行うことで、どちらが成長に影響を与えているのかが明らかになると考えられる。

最後に、Fig. 6は風速について、時刻毎の平均値を示したものである。このデータにおいても、網地島において取得しているデータが他の2箇所よりも全時刻で2倍程度以上値が大きく、島地形を反映した結果となっている。風速が与える植物の成長への影響は倒木など物理的なもの、風が強いことによる湿度の低下⁷⁾などが考えられる。オリーブは乾燥を好むことから、湿度の低下は成長に関係する可能性はある。しかし、Fig. 4から湿度については3地点で大きな違いが見られないことから、湿度を通した風の影響は考え難い。したがって、現状、風速の影響は、枝を傷つけるなど物理的な影響で、その観点からすると風速は小さいほど芳しいと考えられる。しかし、最も風が強い網地島に育成されているオリーブの成長が最も良い事実から、平均風速2m程度であれば成長には影響しないと考えられる。

また、風速については感性福祉研究所中庭における数値が極端に小さいのは四方が建物に囲まれていることが理由であるが、その中で13~14時台に一日の最大値をとっている。この傾向は網地島、国見ヶ丘の2点でも同様である。このことは、宮城県では13~14時台の風が強いことを示しているが、その様になる理由は明確ではない。本研究におけるデータの取得期間において、偶然そうだった可能性や、季節性の可能性もあることから、昼間に風が強い傾向が事実なのか、データ収集を継続して検討していく。

また、本稿では成長の違いについて気温や湿度などの気象データを中心に検討したが、今後は、成長に作用する他の諸条件（土壌の酸性度、周囲の空気に含まれる塩分濃度、水はけ）などの違いも検討していく予定である。

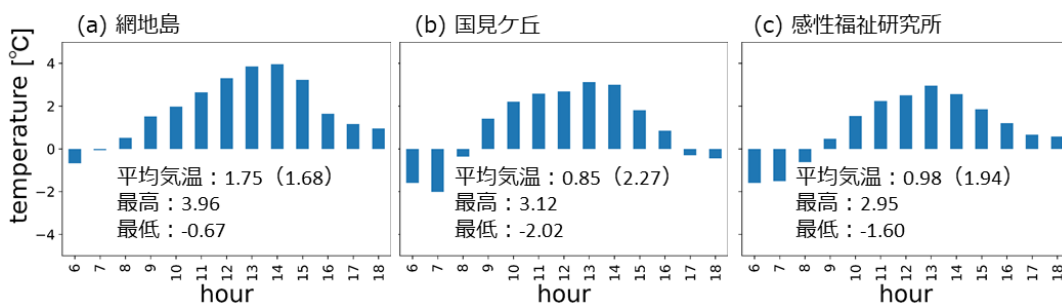


Fig. 3 時刻毎の平均気温。

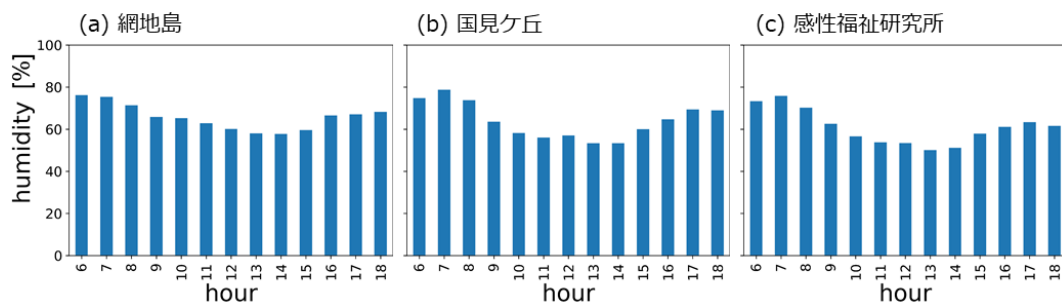


Fig. 4 時刻毎の平均湿度。

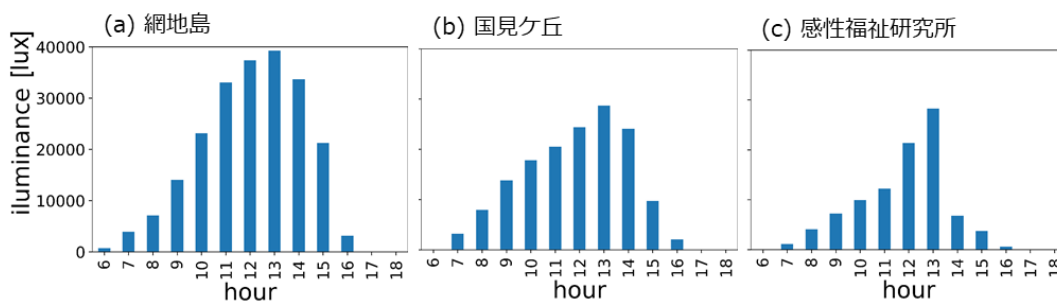


Fig. 5 時刻毎の平均日照量。

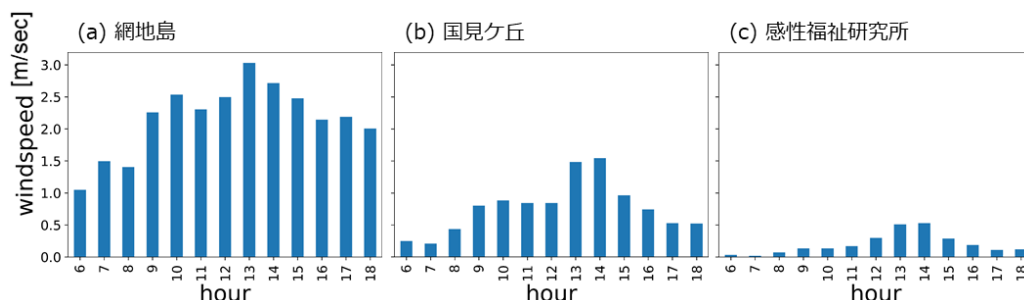


Fig. 6 時刻毎の平均風速。

まとめ

本研究では同時期に植樹した3地点（網地島、国見ヶ丘、感性福祉研究所中庭）のオリーブの成長具合について、その違いを独自に取得した気象データから検討した。気象データの分析の結果、3地点で大きな違いがあったのは気温、日照量、風速の3点で、これらの中で気温と日照量が成長に影響を与えていると推察された。しかし、気温と日照量の間には正の相関性があるため、どちらが理由かは断定できない。また、両方ともが影響している可能性もあり、今後の研究が必要である。さらに、我々のグループでは3地点の葉に含まれるポリフェノールの違いも見出していることから、そのデータと気象データを組合せた分析を行うことで新たな知見が発見されると期待される。

また、本研究を通して同じ宮城県内においても気象条件は違いが生じていることがわかった。したがって、今後、露地における農作物の育成管理を行うためには、気象庁が提供する広域の情報のみでなく、田畑に隣接した地点での情報となると考えられる。

ただし、本稿のみでは本当に気象条件のみが成長に寄与しているかを結論づけることができないので、今後は、成長に作用する他の諸条件（土壌の酸性度、周囲の空気に含まれる塩分濃度、水はけ）などの違いも検討していく必要があり、今後の課題である。

謝辞

本研究は、東北福祉大学感性福祉研究所において、文部科学省の研究施設運営支援の助成を得て行われました。この場で感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 気象庁 | 気象情報を活用して気候の影響を軽減してみませんか？
<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/>
- 2) 西野実, 『気象データを利用した害虫の発生予測』, 植物防疫, 第73巻第5号, 33, 2019.
- 3) 農業におけるデータの利活用, 内閣官房情報通信技術総合戦略室, 平成28年12月9日.
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/data_ryutsuseibi/detakatsuyo_wg_dai6/siryu3.pdf
- 4) Society 5.0, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/
- 5) 庭野道夫, 山口政人, 渡邊圭, 磯田博子, 『チュニジア産オリーブ栽培の実践的研究 I』, 感性福祉研究所年報, 第20巻, pp.79-94, 2019.
- 6) 岩田一樹, 山口政人, 庭野道夫, 『ICT を活用した気象情報の取得』, 感性福祉研究所年報, 第22巻, pp.93-101, 2021.
- 7) 気象庁 | 各種データ・資料 <http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>
- 8) 日本植物生理学会 | 糖質分解について
https://jspp.org/hiroba/q_and_a/detail.html?id=2754
- 9) 仙台管区气象台 | 気象測器の紹介
https://www.jma-net.go.jp/sendai/knowledge/sokki/detail_sokki.html
- 10) 『果樹園芸大百科15 常緑特産果樹』, 農文協, 2000年
- 11) B. Diego, N. Ruiz, M. Gomez-del-Campo, “Frost Tolerance of Eight Olive Cultivars”, HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science 40 (3), pp.558-560, 2005.
- 12) E.M. Lodolini, B. Alfei b, A. Santinelli, T. Cioccolanti, S. Polverigiani, and D. Neri, “Frost tolerance of 24 olive cultivars and subsequent vegetative re-sprouting as indication of recovery ability”, 211, (1), Pages pp.152-157, 2016.
- 13) 気象庁 | 地点別平年値データ・グラフ
https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/monitor/climatview/graph_mkhtml_nrm.php?n=60715&m=1
- 14) 山口政人, 庭野道夫, 磯田博子, 『宮城県で栽培したチュニジア産オリーブのポリフェノール含量』, 感性福祉研究所年報, 第21巻, pp.69-76, 2021.