

1.7 環境データと生育データの連携による生産性向上の取組み

～JAみなみ筑後瀬高なす部会 あぐりログ研究会(福岡県みやま市)～

JAみなみ筑後瀬高なす部会は、福岡県南部のみやま市、瀬高町、高田町、山川町を管内とし、部会員数195名、生産面積48ha、販売金額27億円(令和元年産)のナス産地を形成している。令和2年度の事業報告書(別冊2)でも取り上げた、環境測定装置(あぐりログ)を活用したあぐりログ研究会における取組みが、その後、環境データと他のデータとの連携へと発展している。その状況についてナス生産者が主導している研究会の運営と普及センターなどによる支援体制の面より報告する。

(1)あぐりログ研究会での環境測定装置導入と活動概要

なす部会の生産部会長である井上忠信氏らを中心に、2017年に福岡県農林業総合試験場筑後分場においてあぐりログ研究会が結成された。当初のメンバーは生産農家4名、試験場1名、普及指導員2名であり、ナスの収量向上のための環境制御技術の確立を目的とした活動を開始した。そこでは、環境測定装置などのハードウェアの導入と、それらの運用方法についての検討が行われた。井上氏によると、新技術を導入していくためには、生産農家と関連する機関や協力企業などとともに並列のネットワーク型の組織が必要と考え、従来型の行政やJAからの指導にもとづく技術導入ではなく、生産者を中心とし、指導機関や研究機関と情報共有をするフレキシブルな運営を当初より行っていた。



写真1 あぐりログ研究会の結成当時の状況

2017年10月31日、福岡県農林業総合試験場筑後分場で撮影(提供:あぐりログ研究会)

あぐりログ研究会では、環境計測機器によるデータ活用を行うため、各メーカーへの問い合わせを行った。そして生産者が低価格で補助事業を用いずに導入可能かつ研究会内でデータ共有が可能な環境計測機器である「あぐりログ((株)IT工房Z)」の導入がされた。あぐりログの選定については、比較的安価なこと、設置が簡単なこと、そしてメーカー側にも産地における技術導入のための様々な機関とのネットワーク構築のノウハウがあったことがあった。

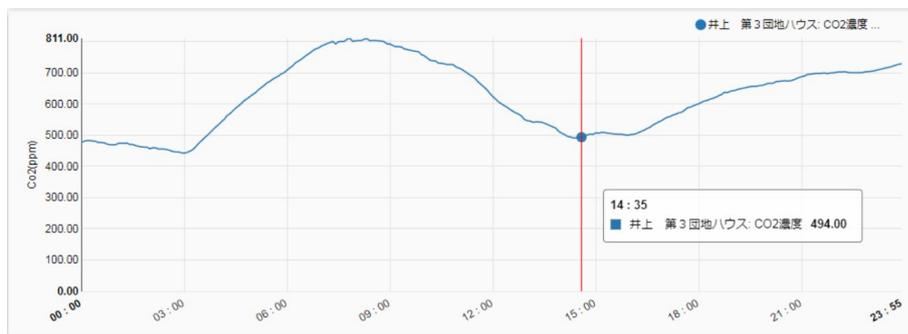


写真2 あぐりログの計測ユニット

つり下げ式で簡単に設置可能で、ユニットの左横に通風用ファンが設置されている。(提供:あぐりログ研究会)

導入当初に分かったこととして、あぐりログのモニターによるハウス内温度が、自動換気装置の設定通りに変化していないことがあった。これは自動換気装置のセンサーが日射や外気の影響を受け、正しいハウス内温度を計測していないことが原因であった。そこで自動換気装置のセンサーを通気式ボックスに入れ、それらの影響を受けることがなくなり、設定通りの温度管理が可能となった。

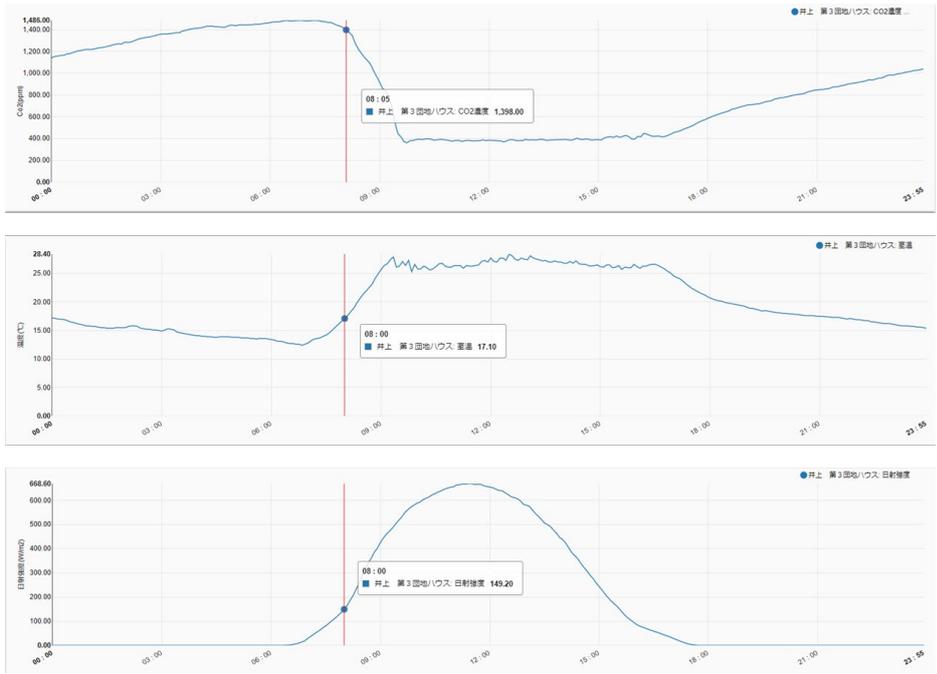
またハウス内のCO₂濃度の変化をグラフで確認する中で、密閉状態において午前だけでなく午後も濃度低下が認められ、光合成は一日を通して行われていることが確認できた。これはそれまでの認識とは異なるもので、環境計測による新たな知見であった。



図表1 密閉時のハウス内CO₂濃度の推移グラフ

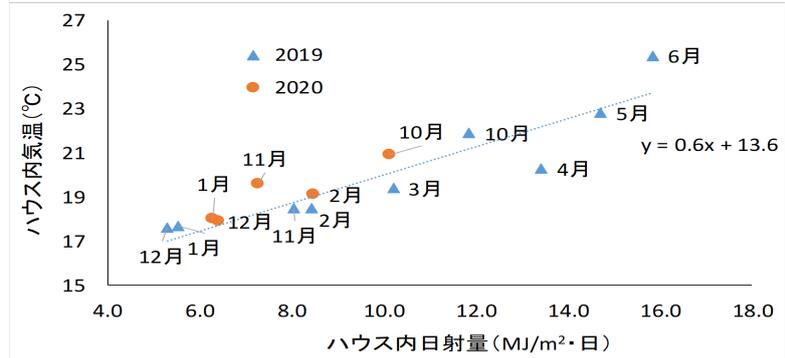
この日は台風による強風のため、ハウスの換気はせず密閉状態で、CO₂濃度が9時から14時30分まで徐々に低下し、光合成は午前だけでなく、午後也十分に行われていることを示していた。(提供:あぐりログ研究会)

さらに、なす部会の品種「PC筑陽」がどのような条件で光合成を開始しているのかを探るため、晴天日のCO₂濃度の推移と日射量やハウス内温度の推移を確認した。例えば下記のグラフより、温度17°C、日射量146W/m²で午前8時頃に光合成が始まっていることがわかった。



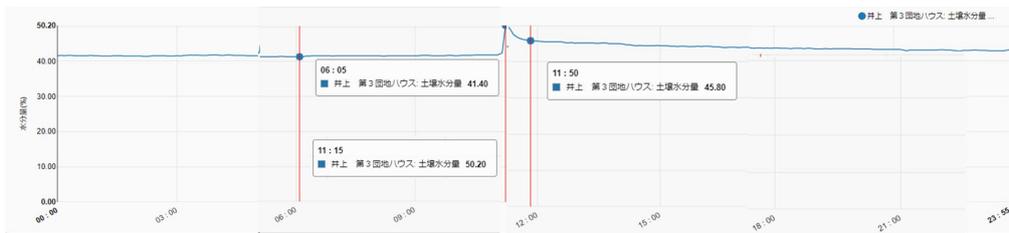
図表2 晴天日の環境モニタリングデータ
 上:CO₂濃度、中:ハウス内温度、下:日射量。(提供:あぐりログ研究会)

あぐりログ研究会では、普及センター(福岡県南筑後普及指導センター)と試験場(福岡県農林総合試験場筑後分場)とのデータ共有をネットワークを通じて当初より行った。試験場研究員によるデータ解析が行われ、特に冬期の低日射期でのハウス内温度の低下が確認された。こうしたデータは、日中加温とCO₂施用を組み合わせた環境制御技術の開発と導入につながっている。



図表3 冬春ナス栽培におけるハウス内日射量と日平均気温
 福岡県農林業総合試験場 筑後分場 野菜チーム 古賀武研究員 作成(提供:あぐりログ研究会)

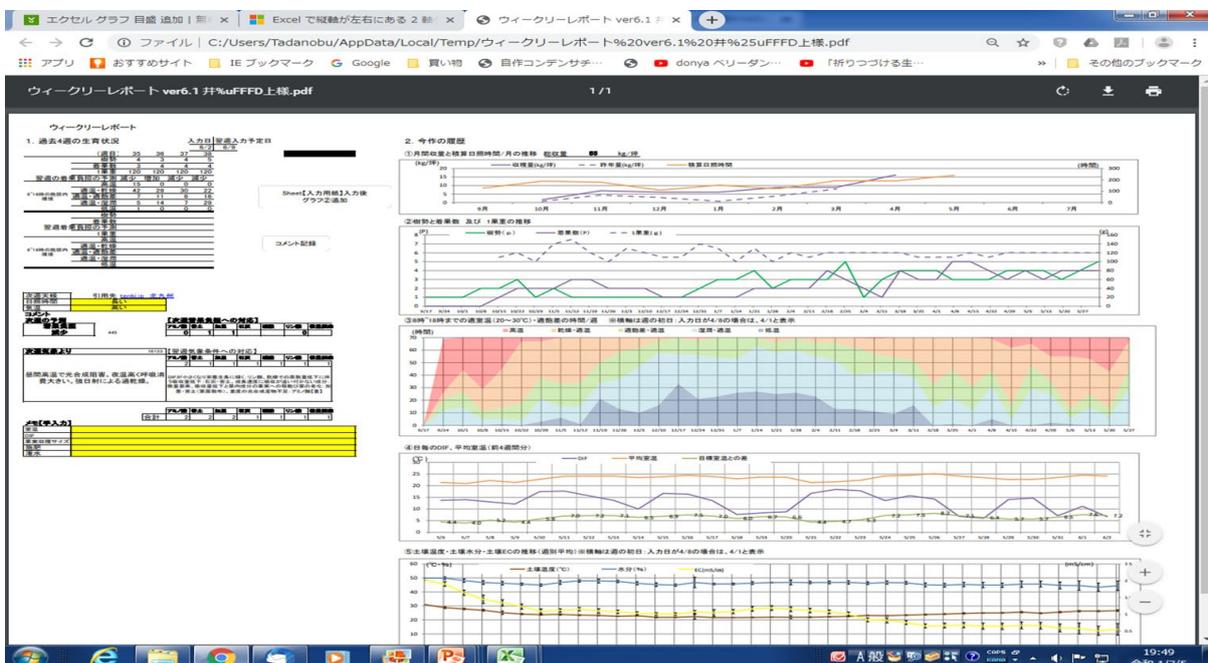
最近ではハウス内環境の他、土壌センサーにより土壌水分率(%)のモニタリングも行われている。生産者の経験にもとづく灌水管理から、土壌水分の推移をモニターしながら適正な灌水管理を行う形にもなっている。



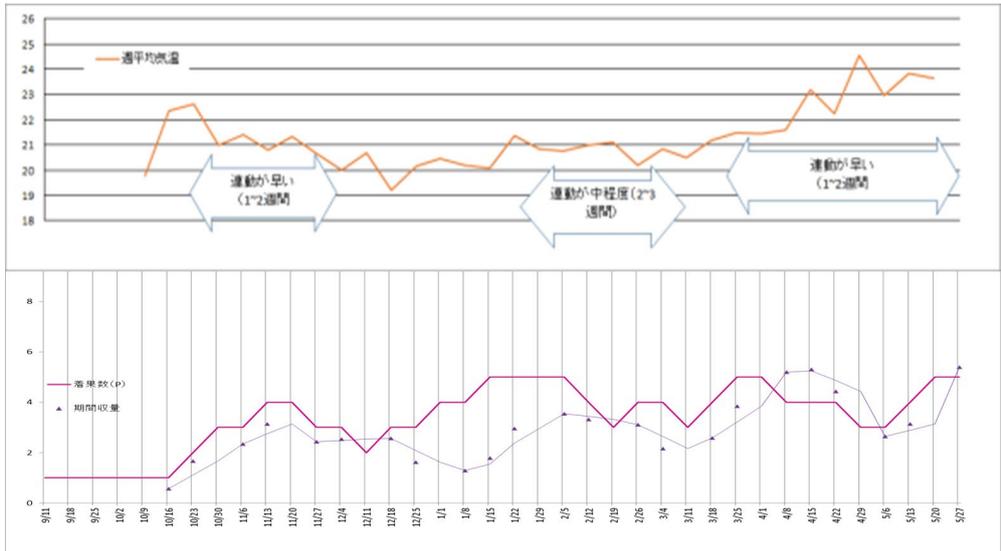
図表4 土壤水分センサーによる土壤水分率の推移
 土壤水分率の低下に対し灌水を開始(手動)している。(提供: あぐりログ研究会)

(2) あぐりログプラスの開発と生育データ等の連携の取組み

その後、あぐりログ研究会では、肥料メーカーである住商アグリビジネス(株)の協力により、栽培環境診断アプリである「あぐりログプラス」の開発を進めている。これは、あぐりログによる環境モニタリングデータの他、圃場での生育調査によるナスの生育状況や収量に関するデータなどを加え、データ連携と多面的なデータ分析によって生産性をさらに向上するための取組みとなっている。

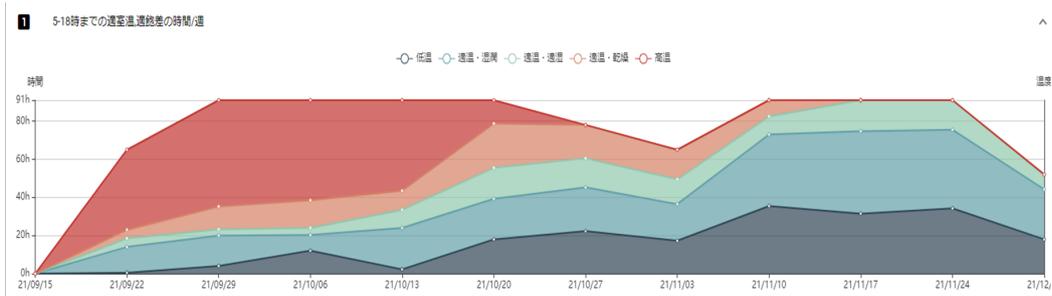


図表5 栽培環境診断アプリ「あぐりログプラス」のウィークリーレポート
 生育調査データや収量データ、ハウス内環境に関する独自指標などを組み合わせグラフ化したPC上でのウィークリーレポート画面。画面提供: 住商アグリビジネス(株) 小清水公彦氏(提供: あぐりログ研究会)



図表6 「あぐりログプラス」での週平均気温(グラフ上)と、着果数と収量(グラフ下)の推移
 二つのグラフより、平均気温の高低と、着果数と収量の連動の時間差を読み取っている。(提供:あぐり
 ログ研究会)

「あぐりログプラス」では、「気温と過ごしやすさ」という独自の指標を用い、ハウス内温度と飽差についてモニタリングを行っている。これはナス栽培における適温適湿の環境を気温20～30℃、飽差2.8～6.0と定義し、それ以外の環境との色分けを行ってハウス内環境が適切に管理されているかをイメージ的に
 つかみ、環境制御の指標とするものである。



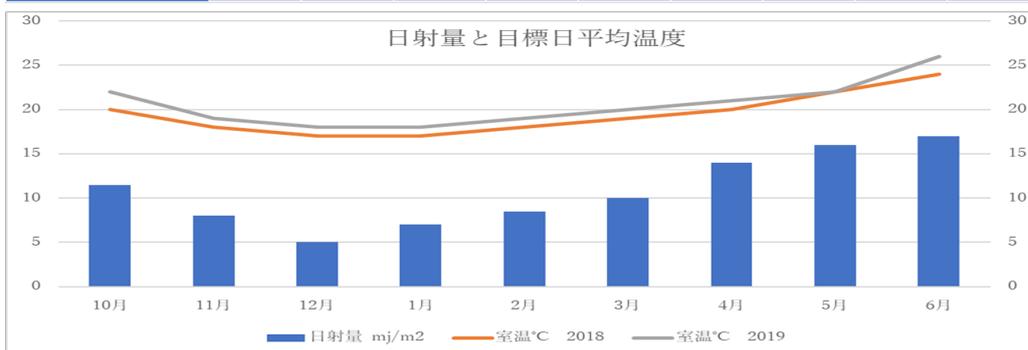
赤	・・・高温	気温:30℃以上
オレンジ	・・・適温乾燥	気温:20～30℃ 飽差:6.0以上
緑	・・・適温適湿	気温:20～30℃ 飽差:2.8～6.0
水色	・・・適温過湿	気温:20～30℃ 飽差:2.8以下
灰色	・・・低温	気温:20℃以下

図表7 あぐりログプラスreport「気温と過ごしやすさ(5-18時)」

「PC筑陽」の環境制御では緑と水色の部分を広くとれる管理をすることが大切とのこと。ただし、室温15
 度から20度、湿度95%以上、飽差0.6から0.8の時間が6時間以上続くと灰色カビ等の発生の危険が高ま
 るとのこと。(提供:あぐりログ研究会)

図表5(冬春ナス栽培におけるハウス内日射量と日平均気温)をもとに、日射量と目標とする日平均
 温度の関係をグラフに書き直したところ(図表8)、11月から2月にかけて日射量が10MJ/m²を切る日
 が続き、管理が難しくなる時期に入っている。

月次	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
日射量 MJ/m ²	11.5	8	5	7	8.5	10	14	16	17
室温°C 2018	20	18	17	17	18	19	20	22	24
室温°C 2019	22	19	18	18	19	20	21	22	26



図表8 月別の日射量と目標日平均温度

その対策として暖房機による早朝加温をこの時期に行っている。あぐりログプラスでは、目標温度と予想到達時刻、実際の到達時刻、および予想と実際の時刻の差を表示している(図表9)。これによって早朝加温、日中加温により、設定した目標温度に遅延なく到達しているかの確認が行われている。(提供:あぐりログ研究会)

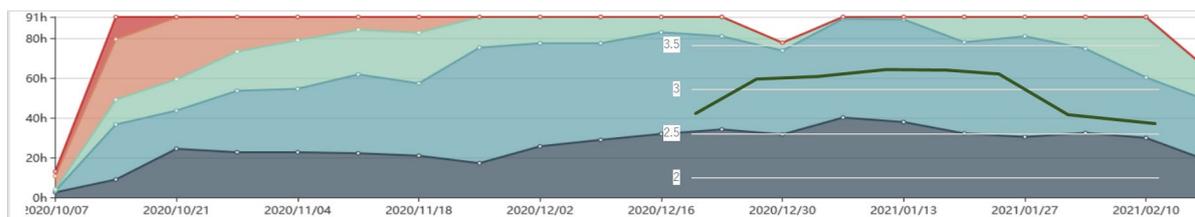
idx	基準日	目標温度	予想到達時刻	実到達時刻	差分
7	2021/11/23	17°C	08:30:00	07:00:00	-01:30
8	2021/11/23	20°C	10:15:00	08:30:00	-01:45
9	2021/11/23	25°C	11:00:00	10:00:00	-01:00
10	2021/11/23	28°C	.	未達	
11	2021/11/23	20°C	17:00:00	16:30:00	-00:30
12	2021/11/23	18°C	17:30:00	17:30:00	+00:00

図表9 あぐりログプラスreport「目標温度到達時間」

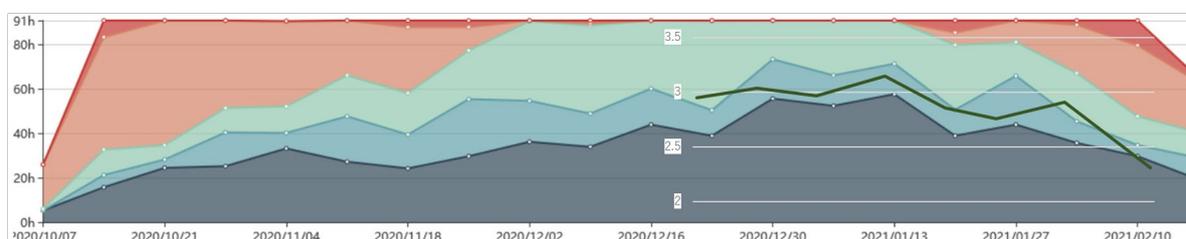
11/23の17°Cに到達する時刻は、早朝加温をしない場合8時半と予想され、早朝加温を実施すると7時となる。早朝加温し日照があれば光合成ができる時間が1時間半増えることになる。(提供:あぐりログ研究会)

最近、ナスのLAI(葉面積指数)をあぐりログプラスに用いている。図表10(あぐりログプラスreport「気温と過ごしやすさ(5-18時)」)に、LAI(2~3.5)のグラフを重ね、葉面積を確保しながらLAIを3程度に管理を行う井上忠信氏のハウスと、慣行の1芽取り整枝法により葉面積の変動が大きい管理を行う農業試験場筑後分場のハウスの状況を比較した。筑後分場のグラフではLAIの低下に伴い1月中旬より高温や乾燥の時間帯が増えていることが分かるが、これは1月中旬より収穫ピークが発生し、その際に1芽取り整枝法によって葉かきも行われることでLAIが低下しており、それがナスの蒸散量を低下させたものと思われる。このように環境計測データの他に生育調査データを組み合わせることで、環境管理や栽培管理における問題点を把握することが可能となっている。

井上忠信氏 ハウス



福岡県農林業総合試験場 筑後分場

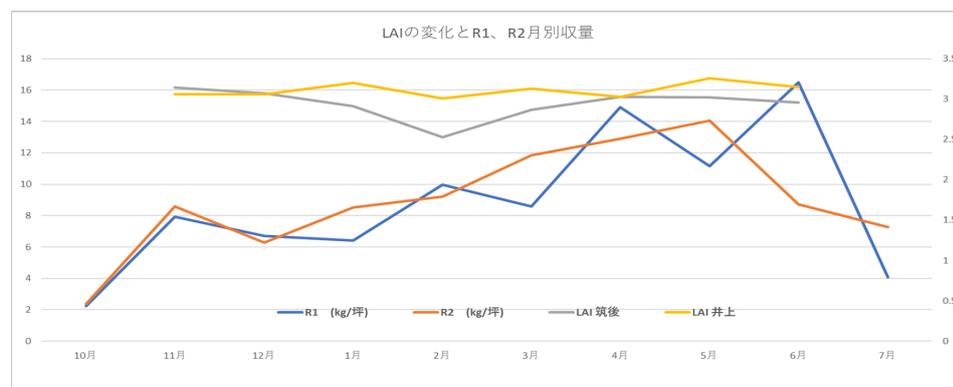


図表10 あぐりログプラス長期report「気温と過ごしやすさ」とLAIデータの重ね合わせ

2021年10月から2021年2月にかけての井上忠信氏ハウス(上)と福岡県農林総合試験場筑後分場(下)の「気温と過ごしやすさ(ハウス内温度と飽差による指標:図表9参照)」および12月から2月にかけてのLAIの推移。(提供:あぐりログ研究会)

一方でLAIを適切に保つことで収量に及ぼす変化についても検討を行った(図表11)。令和2年度にLAIが安定した3程度に安定させた管理を行った井上忠信氏のハウスでは、令和元年度に比べ収量も安定し月ごとの変動が少なかった。なお令和3年度では、LAIを意識した整枝を行うことにより、樹勢が大きく落ち込むことなく推移している。しかし産地では管理を変えることによりさまざまな課題も出ている。あぐりログ研究会ではこうした新たな課題に対しても、メンバー全員で取り組み、多くのデータが集まる中でより早く課題解決ができる体制になっていると考えられる。

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	収量合計 LAI月別平均値
R1 (kg/坪)	2.2	7.9	6.7	6.4	10.0	8.6	14.9	11.2	16.5	4.1	88.5
R2 (kg/坪)	2.4	8.6	6.3	8.5	9.2	11.8	12.9	14.0	8.7	7.3	89.8
LAI 筑後		3.1	3.1	2.9	2.5	2.9	3.0	3.0	3.0		2.9
LAI 井上		3.1	3.1	3.2	3.0	3.1	3.0	3.3	3.2		3.1



図表11 LAIの変化と収量に及ぼす影響

オレンジ:LAIを安定させ管理した令和2年度の収量データ、ブルー:従来の整枝方法で管理した令和元年度の収量データ。(提供:あぐりログ研究会)

図表12、13に、スマートフォンでのあぐりログプラスの画面例を示す。



図表12 あぐりログプラスのスマホ画面例1

左: 経年の気象データより予想される施設内気象の予測と対策についての表示画面、中: 生育調査入力画面(生育状況はいくつかパターン分け(右)され、選択入力する)。(提供: あぐりログ研究会)

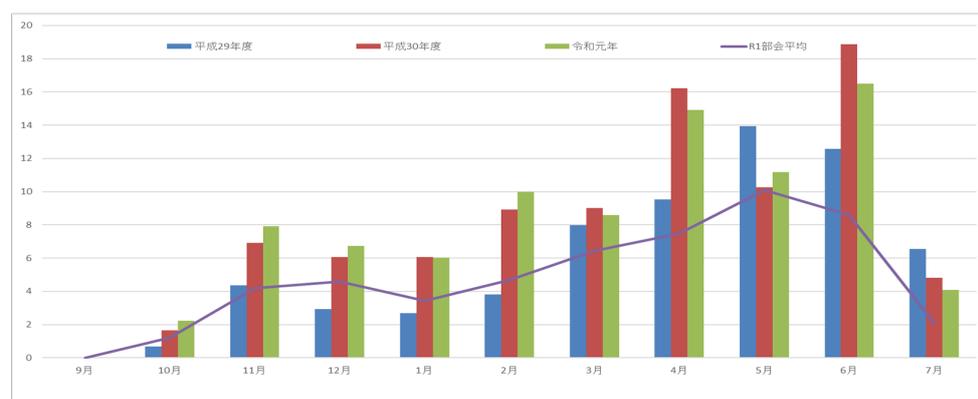


図表13 あぐりログプラスのスマホ画面例2

左: 画像メモ画面、中: 気温と過ごしやすさのグラフ(上)と温度・飽差・CO₂濃度のグラフ(下)、右: 目標温度到達グラフ(上)と目標温度到達時刻詳細(下)。(提供: あぐりログ研究会)

井上忠信氏の平成29年～令和元年の月別収量、および令和元年の部会平均収量(kg/坪)を図表14に示す。井上氏は平成30年には約26.7t/10aの高い年間収量を達成しており、令和元年は前年並み収量であったが、一時期ポンプ故障による灌水不足があったとのことである。部会平均収量は約16t/10aであるが、あぐりログ研究会のメンバー(ICT研究会)は平均19t/10aとなっている(後述)。また井上忠信氏の経営状況も平成29年から30年にかけて、増収によって収量当たりの経費低下と利益向上がなされている(図表15)。

	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	合計	
平成29年度			0.7	4.4	2.9	2.7	3.8	8.0	9.5	13.9	12.6	6.6	65.0
平成30年度			1.7	6.9	6.1	6.1	8.9	9.0	16.2	10.3	18.9	4.8	88.8
令和元年			2.2	7.9	6.7	6.0	10.0	8.6	14.9	11.2	16.5	4.1	88.1
R1部会平均	0.0	1.2	4.2	4.6	3.4	4.7	6.5	7.5	10.1	8.6	2.1	52.9	



図表14 平成29年から令和元年度までの収量

棒グラフ:井上忠信氏の各年の収量、線グラフ:令和元年の部会平均収量(提供:あぐりログ研究会)

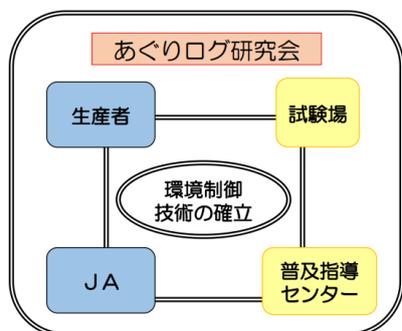
	平成29年度	平成30年度	差分
売り上げ/10a	8,533,500	10,381,360	1,847,860
坪収量(kg)	65	89	24
総収量(kg)/10a	19,500	26,640	7,140
生産原価/10a	3,002,786	3,005,263	2,477
販売管理費/10a	2,955,447	3,283,656	328,209
経費計/10a	5,958,233	6,288,920	330,687
当期利益/10a	2,575,267	4,092,440	1,517,173
生産1kg当たり経費	298	230	(68)
生産1kg当たり利益	129	150	21

図表15 井上忠信氏の経営実績

平成30年度は前年度に比べ収量、売上、利益とも増加し、収量当たり経費は低下している。(提供:あぐりログ研究会)

(3)あぐりログ研究会への普及センターの支援活動

あぐりログ研究会の活動に対し、管内の福岡県南筑後普及指導センター（以下、普及センター）を中心に支援が行われている。あぐりログ研究会の当初メンバーにも普及センター及び福岡県農林総合試験場筑後分場（以下、試験場）が含まれ、データの共有と支援が継続している。当初、普及センターでは、なす部会青年部を中心に「あぐりログ研究会」を立ち上げることを役員会へ提案し、また部会から試験場へ、あぐりログ設置を依頼（機器はメーカーからレンタル）している。あぐりログの導入費用の一部に、みやま市のチャレンジ事業を活用している（平成30年に9戸に導入）。現在は、あぐりログ研究会の会員生産者は37戸となっている。あぐりログ研究会の活動は生産者を中心とし、環境制御技術の確立を主な目的としている。

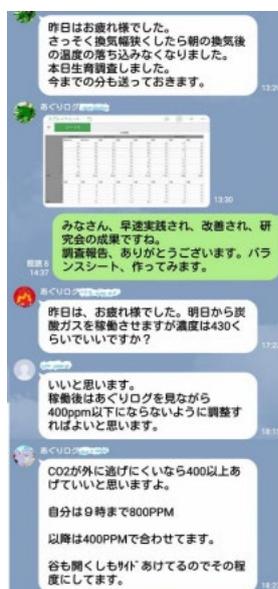


図表16 あぐりログ研究会の体制

（提供：福岡県南筑後普及指導センター）

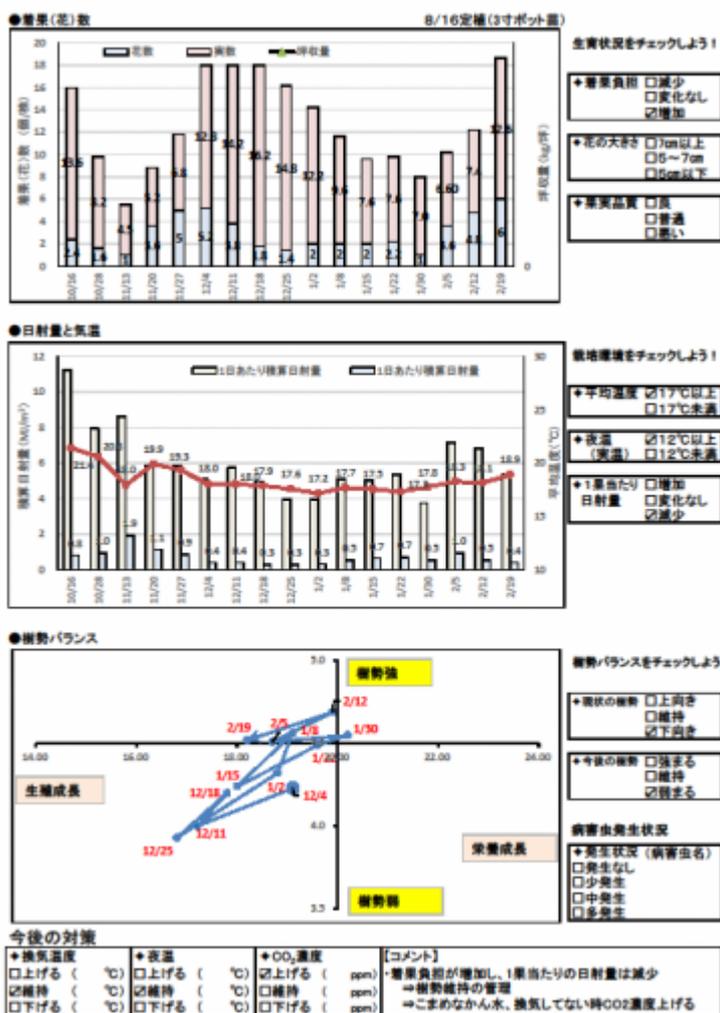
普及センターではあぐりログ研究会の活動支援のため、別途、ICT研究会と呼ばれる活動を進めている。そこではSNSを活用し、生産者、普及センター、試験場の間でハウスの環境に応じた管理の方法をリアルタイムに情報交換しており、また環境データをみながら病気や生理障害等の発生について注意喚起がされている。

さらに生産者が行う週1回の生育調査（茎径、葉長、花数、実数）について、普及センターが生育と環境データと合わせてグラフ化、SNSに掲載し、今後の管理についてのコメントも行っている。



図表17 SNSによる情報共有と意見交換等の画面例

（提供：福岡県南筑後普及指導センター）



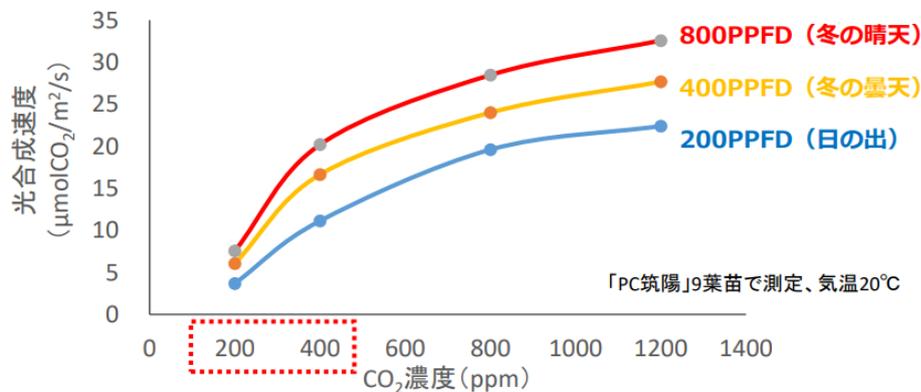
図表18 週1回生産者が行う生育調査にもとづき普及センターがグラフ化、コメントした例

(提供:福岡県南筑後普及指導センター)

またICT研究会では、生産者の圃場巡回、試験場視察、座学を行っており、座学のテーマは生産者と検討し実施している(例:通風筒の作り方、換気設定温度と実温度の差について、カリ資材の施用効果)。また活動の振り返りとして、一作の終わりに活動を発表している。最近では、普及センターによる「栽培環境から見えるもの」、井上忠信氏による「あぐりログの活用による栽培環境の改善」、試験場による「試験研究成果の報告」の発表がされている。さらに個別相談会として、普及センターとJA、生産者(対象:ICT研究会員と青年部員)の三者面談も行われている。出荷データをもとに1年の栽培の振り返りがされ、環境データから光合成量を計算し高収量者と比較し改善のポイントを検討するなど、意見交換が行われている。またそうしたICT研究会の成果は、あぐりログ研究会員以外の青年部員へも紹介がされている。

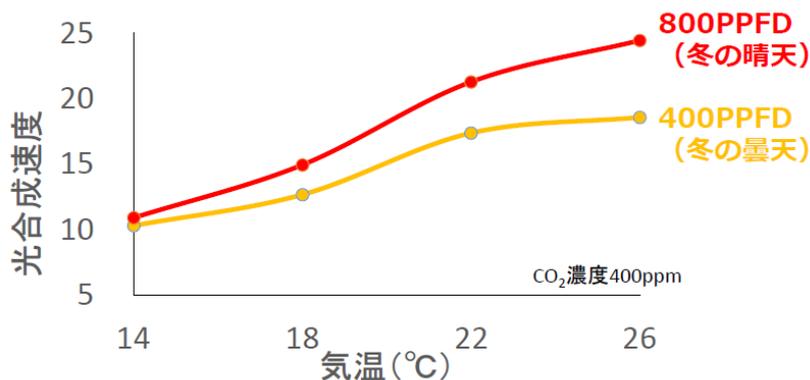
(4)あぐりログ研究会と試験研究成果の普及

普及センターに加え試験場(福岡県農林総合試験場筑後分場)も、あぐりログ研究会と連携し、現地
 の環境データや生育データの分析にもとづく試験研究を行い、その成果を即現地にフィードバックを行っ
 ている。PC筑陽における光条件、温度、CO₂濃度と光合成速度の関係(図表19、20)より、冬期寡日照
 時の日中加温とCO₂施用の方法を明らかにしている。現地では冬期にハウス内気温が上がりにくく、ハ
 ウス内CO₂濃度も低下しやすい(図表21)。日中加温とCO₂施用の効果(図表22)から、CO₂施用装置の
 普及面積は数年で50%近く高まっている。



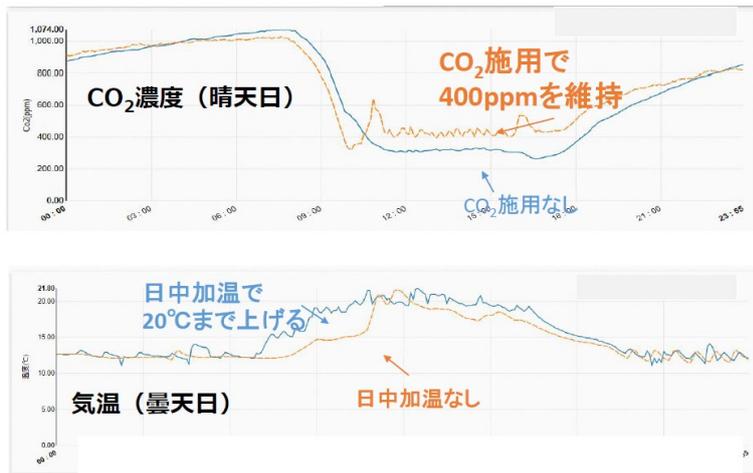
図表19 PC筑陽におけるCO₂濃度、PPFDと光合成速度との関係

400ppmから200ppmに下がると、光合成速度も急降下し、弱光量でも800ppmまでは光合成速度が増加
 する→日中は400ppm、換気開始までは800ppm設定でCO₂施用を行う。(提供:福岡県南筑後普及指導
 センター)

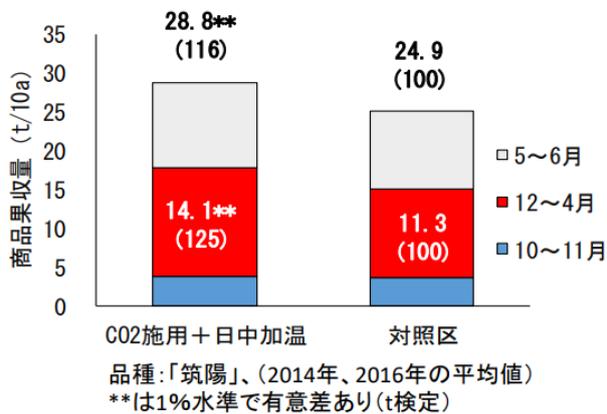


図表20 PC筑陽における気温、PPFDと光合成速度との関係

曇天でも22°Cまでは増加→日中20°C加温22°C以上では光で増加→22°C以上では内張りを最大限に開
 ける。(提供:福岡県南筑後普及指導センター)

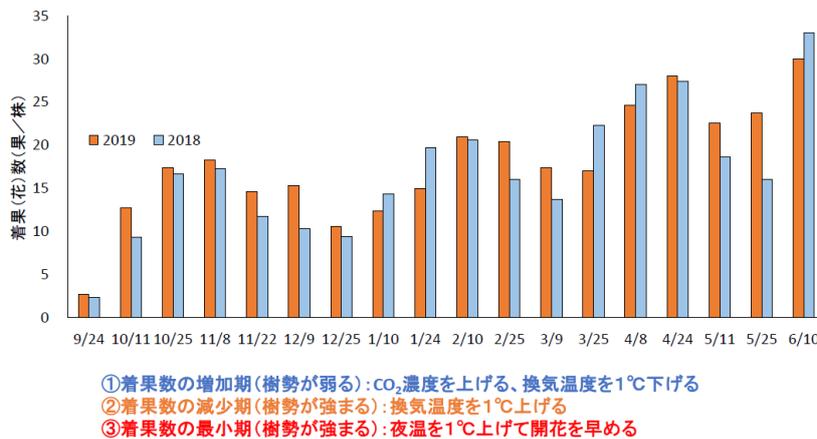


図表21 生産者ハウスの気象環境(上:晴天日のCO₂濃度、下:曇天日のハウス内温度)
(提供:福岡県南筑後普及指導センター)



図表22 生産者ハウスの気象環境(上:晴天日のCO₂濃度、下:曇天日のハウス内温度)

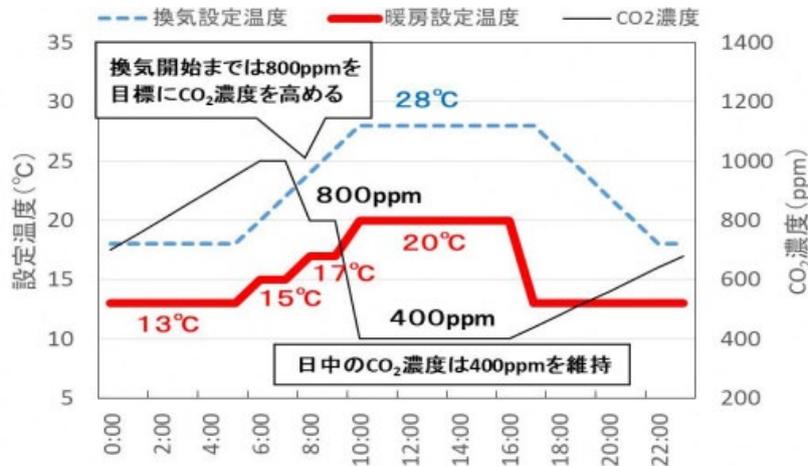
また、生育調査データによる株当たり着果数と樹勢の変化に応じ、温度管理やCO₂濃度管理について提案を行っている(図表23)。



図表23 株当たり着果数の推移と、その増減に応じた環境制御の提案

(提供:福岡県南筑後普及指導センター)

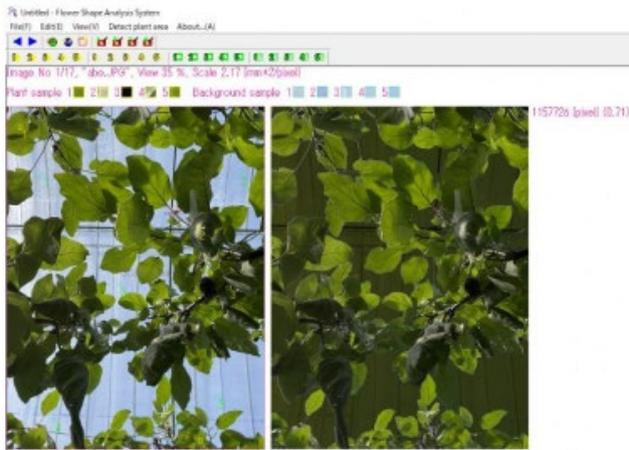
あぐりログ研究会と試験場ではデータ共有と研究成果の現場への反映を繰り返し、その結果、光合成を意識した環境制御技術として日中加温とCO₂施用、および日射量に応じた平均温度管理が普及している(図表24)。



図表24 CO₂濃度、換気温度、暖房温度の設定例

(提供:福岡県南筑後普及指導センター)

今後の取組みとして、新たな課題にあぐりログ研究会と検討を進めている。前述のLAI管理について、最適なLAIの把握を行うため、生産者のスマホカメラで撮影したナス群落画像を画像解析ソフトで処理を行い、LAIを算出している(図表25)。また慣行の1芽取りより葉面積を維持しやすい整枝法の検討も合わせて行っている(図表26)。前述のあぐりログプラスを活用するなどして環境制御技術をさらに向上し、収量目標30t/10aに向けた取組みを行っている。



図表25 スマホカメラで群落下より撮影した葉面画像

画像解析ソフト「picasos」でLAIを算出している。(提供:福岡県南筑後普及指導センター)



図表26 葉面積を維持しやすい整枝法の検討

左:葉面積を維持するための新たな整枝法、右:慣行の1芽取り整枝法。(提供:福岡県南筑後普及指導センター)

【現地調査での委員所見(2021年12月22日)】

・東出委員

JAみなみ筑後瀬高なす部会のあぐりログ研究会では、環境計測をさらに生かす解析アプリを作成している。目標温度に到達する時刻やCO2不足となる時間を予測する機能、樹勢の良否や着果数の入力 of 簡略化、パターンごとのコメント提示など、生産者に必要な情報がアプリから得られる。

さらに植物生理学上、重要となる葉面積に着眼し、生産者、JA、普及センター及び試験場が一体となって試験と解析を進めている。ナスの整枝管理法である切り戻しが葉面積指数(LAI)の低下を招き、湿度低下を伴うことを明らかにしている。また、その結果、切り戻しを減らすことで週間収量の波を緩やかにできることを示し、データとなるLAIを簡易測定するアプリ開発も進んでいる。筆者らの植物生理研究を、現場のデータで確認して応用に移した事例であるといえる。

・林委員

生産部会員の有志があぐりログ研究会を結成し、おなじ環境モニタリング装置(あぐりログ)を利用して、栽培管理へのデータ活用を進めている。データ活用に積極的で、クラウドサービスを利用した環境データなどの共有も行っており、単収の高い生産者のデータを、自分の栽培管理の参考にすることができる。

研究会主要メンバーの井上氏らを中心に、肥料メーカー(住商アグリビジネス(株))と栽培環境診断アプリ(あぐりログプラス)の開発を進めてきた。スマートフォンでハウス内環境が適切かどうかなどを確認できるようになっている。いわゆるアドバイスツールの一種で、生産者がデータ評価の判断を容易にするこの種のツールは有用と思われ、注目できる。今後、この種の各種アドバイスツールの開発が期待される。

研究会の活動には、普及センターや試験場分場の支援も大きいように思う。生産者がカメラ撮影した写真を用いて普及センターが簡易LAI計測を行い、その結果を生産者に戻し、生産者はLAIを一定値(3程度)に調整管理を行うことで、収量の変動を小さくしかつ単収を上げているとのことである。LAIを直接的に栽培管理に反映し、成果を上げている興味深い事例である。

(本稿は、委員による現地調査、及びスマートグリーンハウスシンポジウム2022での講演内容をもとに、事務局がとりまとめた。)