

# LLM を利用した果樹農家の経験知の対話的蓄積支援

新川 晴紀<sup>†</sup> 畑 玲音<sup>†</sup> 松下 光範<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 関西大学大学院情報学研究科 〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1

<sup>††</sup> 関西大学総合情報学部 〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1

E-mail: †{k658481,k223167,m\_mat}@kansai-u.ac.jp

**あらまし** 本研究の目的は、果樹農家の経験知を外在化することである。熟達農家の経験知は農業技術向上の手段として期待されている。しかし、果樹農家は複数の要因（e.g., 作物の様子、天候の様子、人員確保）から農作業の実施を判断しており、果樹農家が作業を実施する理由を外在化することは困難である。そこで果樹農家の経験知を効率よく獲得するために、果樹農家のインタビューをもとに経験知の聞き取りに必要な要素を整理し、それを用いて農家が行っている作業理由の言語化を促す仕組みを提案する。提案手法で大規模言語モデル（LLM）による対話を通じて、経験知として蓄積すべき要素を判定し、言語化が不十分な要素を判定して深掘りすることにより、果樹農家における経験知の網羅的な収集を試みる。

**キーワード** 知識の外在化、経験知の蓄積、果樹農家の経験知、大規模言語モデル

## 1 はじめに

昨今の少子高齢化の影響で農業人口は年々減少している。農林水産省の「令和 6 年農業構造動態調査結果（令和 6 年 2 月 1 日現在）」<sup>1</sup>によると、基幹的農業従事者数は、平成 27（2015）年の約 175 万人から令和 6（2024）年には約 111 万人と 10 年間で 3 割以上の減少が確認されている。農業人口が減少することによる影響として荒廃地の増加に伴う農作物の生産減少や、鳥獣害被害の増加が挙げられる。また、農業生産活動による国土保全や自然環境の保全などの外部経済効果として多面的に機能している農業地域の機能を維持することが困難になることが懸念されている。そうした中で、平地や都市部に比べて中山間地域は人口減少が顕著で、集落の共同活動により支えられてきた農業生産活動の継続が懸念される状況となっている。

特に果樹は、中山間地域の基幹品目とされ<sup>2</sup>、人口減少による農業生産活動への影響が大きい。そうした中で果樹農家は、持続的な営農を図り、効率的な生産により高い生産性と収益性を確保し、所得を長期にわたって継続的に確保できるようにすることが求められている<sup>3</sup>。しかし、稲作や畑作と比べて急な傾斜や狭く入り組んだ土地により機械化が困難であり、多くの農作業を人手で行う必要がある。そうした中で効率的に農作業を行うためには、スケジュールリングが重要である。作物を収穫できる段階にまで成長させるために、どのような農作業で構成され、それをどのくらいの期間でどのような順序で行うか、段取りを決めるなければならない。そのうえ、農作業は主に屋外

で行われるため、天候の影響を大きく受ける。天候は農作物の質や量に直接的に影響を及ぼすのみならず、農家の作業の遂行に大きな影響を及ぼす。雨が降れば作業効率が下がるだけでなく、場合によっては作業自体が行えず、リスケジューリングを余儀なくされる。また、適切な処置を怠れば、生産物の質や量に影響を及ぼすことになるために日照りによる干ばつや台風による風雨の被害が予測される場合にはその対策といった追加のタスクが発生する。このように果樹農家は、栽培計画・管理を行いながら、農地や農作物の情報を収集し、その情報に基づいて、実施すべき農作業を選択し、実施するスキルが求められる [6]。一方で、栽培計画・管理スキルの習得は容易ではない。農作物の生育状況や年々の気象傾向、人員状況などを踏まえながら実施する農作業を判断していかなければならない。特に経験の浅い就農者は、農地や農作物の情報収集が不十分であることや将来的に問題と成り得るポイントを十分に把握できていないままに実施する農作業を判断してしまい、結果として期待する成果に結びつかないことに繋がる。

そうした中、熟達農家の経験知を活用した学習支援が農業技術の向上に有効であると考えられている [12] [11]。熟達農家がどのような情報を収集し、どのように判断して農作業を実施しているのかを伝承可能な「形式知化」とすることで、熟達農家の「匠の技」を活用して経験の浅い就農者が早期に技能習得できる一助となることが期待されている。特に、経験の浅い就農者は熟達農家が農作業を判断する理由を学ぶことで、観察ポイントや問題と成り得るポイントを理解した上で農作業に取り組むことができると考えた。しかし、農作業を判断する理由を熟達農家から収集する際に、農家はどのような内容を出すればいいのか不明瞭であり、作業理由を言語化することが困難であると考えられる。本研究では、果樹農家の経験知を効率よく獲得するために果樹農家のインタビューをもとに経験知の聞き取りに必要な要素を整理し、それを用いて農家が行っている作

1 : [https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka\\_gaiyou/noukou/r6/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/noukou/r6/index.html) (2024/1/7 確認)

2 : <https://www.japanfruit.jp/Portals/0/images/research/kinenshi/45syuunen/dai1bu.pdf> (2024/1/7 確認)

3 : [https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w\\_maff/r5/pdf/zentaiban.pdf](https://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/r5/pdf/zentaiban.pdf) (2024/1/7 確認)

業理由の言語化を促す仕組みを提案する。

## 2 関連研究

本章では、農業における知識とそれを継承・共有する手順、これまでの熟達者から経験知を収集する方法について概観し、本研究の立ち位置を述べる。

### 2.1 知識の継承と共有

中山[5]は、企業競争力の源泉である知識資産をいかに有効に活用・運営するのかということの主眼に、知識継承の仕組みづくりに取り組んでいる。知識継承を考えるうえで、知識を個人がどのように獲得するかという視点で教育やテキストで学ぶことができる知識（定型的知識）、業務経験を通じて獲得する知識（経験的知識）、先天的に備わっているかまたは長い年月をかけて獲得する知識（感覚的知識）の3つに分類した。定型的知識は、標準・汎用という特性を持ち研修やマニュアル、テキストで継承される。経験的知識（以下、経験知と記す）は、コンテキストに依存し、マンツーマン教育や職場体験を通して、設計時の見積もり力、洞察力などを継承する。感覚的知識は、個人の資質に依存しているために実務を通して継承する。特に、経験的知識の継承が不十分であり、経験的知識をいかに効率的に伝えるかが課題であるとしている。

### 2.2 農業における知識の継承と共有

梅本ら[2]は、農業に関わる技能や経営ノウハウを次世代に継承することを目的として、ナレッジの具体的なタイプ分け、整理した。中山が整理した3つに分類した知識のタイプに併せて、新井ら[3]が整理した感覚による状況把握や手腕制御に関する技能（感覚運動系技能）と状況確認や作業の段取りに関する技能（知的管理系技能）を整理した。ナレッジの抽出方法として定型的知識は、文献整理や参与観察による外部からの観察によって抽出できる。経験的知識は、参与観察や聞き取りを通して暗黙的に認知していることを表出することが必要である。感覚的知識は、体得して言語化することが求められる。

山本[7]は、知識を継承する手順を3つの段階にまとめた。まず、熟達者の頭の中にある知識を他者に伝わるように抽出する必要がある。知識を抽出する際には、熟達農家が抽出しやすいように工夫することに併せて、圃場ごとの条件や毎年の天候の変化を考慮しなければならない。こうした留意点を踏まえながら、次の抽出段階では、農家の視野情報や聞き取りなどを行い、それらの情報を整理する必要がある。最後に、他者に分かる形に整理する段階には、作業内容や順序に沿って項目別に整理したものや、作業工程順に具体的な行動やその際の判断基準、その背後にある理由、根拠などを整理したものを用意する。こうした表出したものを提示することに併せて、指導と実践を通して教育・訓練していくとしている。

### 2.3 経験知の収集

これまでに熟達農家の経験知を抽出する方法について検討されてきた。山本ら[8]は、特定の農作業を対象に、そこに存在

する農業者のナレッジの具体的内容を把握するとともに、その特徴を熟達者・非熟達者間や作業間、経営間の比較を通して明らかにした。土地利用型大規模経営の経営者2名とその後継者1名から稲麦大豆作において従来から技能が特に必要とされている代かきを対象とし、聞き取りによる発話記録の収集および整理によりナレッジの抽出を行った。その結果、代かき作業の構造および作業順序を踏まえて24の「ナレッジ項目」に整理、集約した。このうち、定型的知識が7割であることが確認されており、農作業を行う上で重要な要素であると考えられる。また、熟達者と非熟達者を比較したところ、非熟達者からは代かき後の作業までを考慮した段取りおよびその修正などの「知的管理系技能」は抽出されず、状況を瞬間的に捉える確な操作を行う「感覚運動系技能」は熟達者と同程度には達していなかった。このことから感覚運動系技能や知的管理技能を習得するには一定年数の実践が求められることが示唆された。

辻澤[13]は、地域ごとの高品質化に向けた情報共有や将来的な農作業計画策定への活用を目的として、センサネットワークとウェアラブル端末を利用して、農家における環境データと農作業者の音声データを収集し、農作業と環境データとの関係を簡易に参照できるシステムを構築した。提案システムでは、作業計画を収集したデータから抽出可能であり、情報共有の可能性を示した。一方で、作業中の発話については十分な発話解析ができなかったことが指摘された。これは、作業中にマイクが服と擦れるときに発生する雑音による音声認識が阻害されていることや音声認識が誤って判定することが原因であると想定される。また、作業者に常に発話を要求することは難しいことが課題として残された。

### 2.4 本研究の立ち位置

経験が浅い就農者に対して熟達農家の知識を継承する様々な試みが行われてきた。農業は天候の変化や作物の育成状態などコンテキストを踏まえながら農作業を判断する必要がある。こうしたコンテキストに依存した状況で農作業を適切に判断するためには、経験的に洞察力や時間の見積もり力、作業の進め方を培って行かなければならない。一方で、経験が浅い就農者は適切な判断をすることが困難で、期待する成果に繋がらない一因と成り得る。本研究では、熟達農家から農作業をどういう意図で判断し、どのように作業を進めているのか、具体的な行動やその際の判断基準、その背後にある理由、根拠などを整理した経験知を収集・蓄積し、経験が浅い就農者に対して知識を継承し、農業技術の向上の一助とすることを目指す。そうした中、熟達農家から経験知を収集するうえで、作業者が記録することへの負担や記録内容が不明瞭なことが課題となる。そこで本稿では、作業外に負担とならないよう経験知の果樹農家の経験知を効率よく獲得するために、果樹農家のインタビューをもとに経験知の聞き取りに必要な要素を整理し、それをを用いて農家が行っている作業理由の言語化を促す仕組みを提案する。

表 1 摘果作業の発話とカテゴリの例

| 発話   | カテゴリ           |
|--|----------------|
| ちょっと今年は夏も雨がすごい少なくて、気温も高かったからみかんは小玉傾向にある              | 状況把握<br>原因分析   |
| 木に球数がたくさんってるから栄養が分散されて小玉になっている、<br>あまりにも球数が多くなると木が弱る | 作業を行わないことによる問題 |
| 木に適したストレスの掛け方ができる                                    | 理想の状態          |
| 実の大きさはマニュアルを見てこの時期はこのサイズを落とせばいいを参考にしている              | 時期<br>基準の設定    |
| 夏の中に実を取って、木の負担を軽くしてやる。それとともに実太りを促す                   | 時期の理由          |

### 3 調査

本章では、果樹農家の経験知の聞き取りに必要な要素を明らかにすることを目的とした果樹農家への調査について述べる。また、調査の結果から果樹農家が行っている農作業の作業理由を言語化するための仕組みを提案する。

#### 3.1 調査指針

本調査では、果樹農家から経験知を聞き出すための要素を明らかにすることを目的としている。農家が作業を決定する際には、作物の状態や天候の状態、人員の状況などの複数の要因を考慮しながらスケジュールを立てている。特に果樹は、見た目や糖度といった作物の「質」が求められるため適した時期に適切な処置を施すことが重要である。しかし、新規就農者は目前の作業に追われてしまい、計画と現状のかい離が生じた時に、優先すべき作業を実施できていない実態がある。また、収量に影響を与える作業を特定できないことから、安定した生産が実現できていない実態が確認されている [10]。そこで本研究では、熟達農家の農作業を決定する要因に着目した。熟達農家は、これまでの経験から問題となるポイントを押さえて農作業の優先順位を決定している。本稿では、熟達農家が何を意識しながら農作業を決定しているのかを外在化し、新規就農者がそれらを参考にすることで安定した生産を行う一助とすることを目指す。しかし、熟達農家が農作業を決定した意図は外部から観察することは困難であるため農家が表出しなければならない。また、農作業を決定した意図を外在化するという行為は、農家自身は何を表出すればいいのかわ不明瞭であり、その言語化は容易ではない。そこで、果樹農家が効率的に農作業を決定する要因を外在化するためのインタビュー調査を実施し、それをもとに経験知の聞き取りに必要な要素項目を整理する。

#### 3.2 調査方法

調査については、和歌山県田辺市でみかんと梅の栽培をしている辻田農園 1 名を対象に摘果作業、選果作業、施肥作業について半構造化インタビューを行った。調査では、果樹農家の作業方針や作業タイミングを中心にその理由に関する聞き取りを行い、果樹農家が回答した発話データを収集した。

収集した発話データを、データから理論を生成するための方法論として提唱されたグラウンデッド・セオリー・アプローチ (Grounded Theory Approach; GTA) [1] の手続きに準じて

表 2 摘果作業・選果作業・作業のカテゴリ分け

|        | 摘果作業                              | 選果作業   | 施肥作業   |
|--------|-----------------------------------|--|--|
| 上位カテゴリ | カテゴリ                              | カテゴリ   | カテゴリ   |
| 背景     | 対象<br>対象の状態<br>原因                 | 対象   | 対象<br>対象の状態<br>原因                                    |
| 目的     | 問題<br>理想                          | 問題<br>理想   | 問題<br>理想   |
| 方法     | 基準の設定<br>基準設定の理由<br>手段選択<br>手段の理由 | 基準の設定<br>基準設定の理由                                     | 道具や資材<br>道具や資材の選択理由<br>基準の設定<br>基準設定の理由              |
| 実践     | 時期<br>時期の理由                       | 時期<br>時期の理由<br>日時<br>日時の理由<br>作業時間と量<br>作業時間と量になった理由 | 時期<br>時期の理由<br>日時<br>日時の理由<br>作業時間と量<br>作業時間と量になった理由 |
| その他    | 他の手段の説明<br>他の手段を選択しない理由           |  | 作業時期を早めた時の影響<br>別の肥料の説明<br>別の肥料の影響                   |

1. データ同士を比較し何かしらのカテゴリを見出す (概念生成)
2. データ収集と概念生成を繰り返し、カテゴリを洗練する (理論的サンプリングと継続的比較分析)
3. 手続きを進める中で、それ以上新しいサンプルを得ても新たな知見が得られない状態 (理論的飽和) に達するまで行った [9]。調査による発話データを書き起こし、発話間で比較を行いカテゴリに分けた例を表 1 に示す。この時、「えー」や「せやな」などの感嘆詞はカテゴリ分けから除外した。

#### 3.3 結果・考察

3つの農作業をカテゴリ分けした結果を表 2 に示す。摘果作業では、「対象」「対象の状態」「原因」「問題」「理想」「基準の設定」「基準設定の理由」「手段選択」「手段の理由」「時期」「時期の理由」「他の手段の説明」「他の手段を選択しない理由」の 13 要素のカテゴリを生成した。選果作業では、「対象」「問題」「理想」「道具や資材」「基準の設定」「基準設定の理由」「時期」「時期の理由」「日時」「日時の理由」「作業時間と量」「作業時間と量になった理由」の 12 要素のカテゴリを生成した。施肥作業では、「対象」「対象の状態」「原因」「問題」「理想」「道具や資材」「基準の設定」「基準設定の理由」「時期」「時期の理由」「日時」「日時の理由」「作業時間と量」「作業時間と量になった理由」「作業時期を早めた時の影響」「別の肥料の説明」「別の

表 3 経験知を聞き出すための LLM のプロンプト例

| カテゴリ    | 判定要素  |
|---------|---|
| 状態      | バラバラ、小粒、カメムシが多いなど、対象の状態を表す単語  |
| 問題      | サイズや精度が低くなる、農協に指摘されるなど、作物や圃場に影響する具体的なリスクを表す単語   |
| 理想      | サイズ別と外品を分けなければならない、実のサイズを調整したい、虫を殺したいなど、目指すべき状態や理想的な収穫条件を表す単語                           |
| 基準設定    | 実のサイズ、枝の量、実の色付き具合、農薬の量など、今回の作業を実施するにあたっての具体的な基準を表す単語                                    |
| 基準設定の理由 | 農協がそれぞれ別で身請けしているから、樹勢が強い木はストレスがかかりすぎてしまうから、虫がいつもより多いからなど、設定理由を表す単語（不明の場合「分からない」も受け入れます） |

肥料の影響」の 17 要素のカテゴリを生成した。また、上位カテゴリでは「背景」「目的」「方法」「実践」「その他」の 5 項目を生成した。

摘果作業は、木へのストレスを調節するために実が成熟する前に実を落とす作業であり、その方法は様々である。木へのストレスのかけ方は畑の条件や農家の方針に則った方法が選択される。例えば、収穫後の木の回復のしやすさを優先したストレスのかけ方として着果量でストレスを調節する方法がある。そのために他の手段と比較しながら農家の方針や考えに基づいたカテゴリが生成できた。一方で、「日時」「日時の理由」が生成されなかった理由としては、夏から秋にかけて長期的な作業計画を立てているために、その日である理由やその時間である理由は生成されなかった。また、「作業時間と量」が生成されなかった理由としては、他の作業と比べて、長期的な作業計画であるためその日にどのくらい作業量をするのかを意識せずに作業に取り組んでいるためであると考えられる。

選果作業は、出荷前に作物をサイズや外観などで判断して振り分ける作業である。果樹は日が経つごとに鮮度が下がってしまう特性や顧客が求める日時に配達しなければならないなどの背景から出荷日や出荷時刻が遅れないように作物の選別を行わなければならない。そのために、「日時」「日時の理由」「作業時間と量」「作業時間と量になった理由」が生成された。一方で、「対象の状態」や「原因」について生成されなかった理由としては、収穫後は様々なサイズや形の作物が混在している状態であることが変化することがないからである。

今回の施肥作業は、お礼肥えという収穫後に肥料を散布する作業である。施肥作業を行うタイミングによっては、使う肥料が異なる場合や肥料の量を調整しながら散布する場合などがある。そのために、「道具や資材」「道具や資材の選択理由」「別の肥料の説明」「別の肥料の影響」が生成された。施肥作業は、これまでに実がなっていたことにより落ちていた木の回復と来年の栄養の貯蔵が目的であり、なるべく早い段階で施肥作業をすることが望ましいとされている。また、雨の前に作業をすることで肥料が前よりしみ込みやすくなるといった天候を利用した方法が取られることがあるために、「日時」「日時の理由」「作業時間と量」「作業時間と量になった理由」が生成された。

### 3.4 果樹農家が作業理由を言語化するための仕組み

効率よく果樹農家の経験知を獲得するために、本調査で生成されたカテゴリを整理し、果樹農家が行っている作業理由の言語化を促す仕組みについて提案する。調査では合計で 21 のカ

テゴリを生成することができた。その中でも農家の行動に着目してカテゴリを選定し、「対象」「対象の状態」「原因」「問題」「理想」「道具や資材」「道具や資材の選択理由」「基準の設定」「基準設定の理由」「手段選択」「手段の理由」「時期」「時期の理由」「日時」「日時の理由」「作業時間と量」「作業時間と量になった理由」の 17 カテゴリに絞った。整理した 17 カテゴリをもとに果樹農家から経験知を聞き出す方法を提案する。

本稿では、対話において相手の考えに問いを出し、知識を生み出すことから産婆術とも呼ばれる問答法に着目した [4]。これまで農家の経験値を表出するために、作業中の農家の視線に着目した方法や作業中の発話に着目した方法などが検討されてきた。しかし、外部からの観察では作業計画や意図といった農家の思考を表出することは困難である。また、作業中の作業意図の発話は一般に想定されない行為であり、農作業ごとに農家が意識しているポイントを表出するために継続的な経験知の表出は農家の負担となり、作業を阻害する要因になりかねない。そこで、作業外に問答法によって農家から農作業ごとにどのようなことを意識して作業を行っているのかを調査で整理した 17 カテゴリに準じて聞き出すことで作業を阻害せずに経験知を表出させることを狙う。

## 4 経験知の収集

本章では、大規模言語モデル (Large Language Model; LLM) による対話を通じて、経験知として蓄積すべき要素を判定し、言語化が不十分な要素を判定して深掘りすることにより、果樹農家における経験知の網羅的な収集を試みる。

### 4.1 提案手法

調査で生成したカテゴリにもとづいて経験知として蓄積すべき要素を判定し、言語化が不十分な要素を判定するツールについて述べる。果樹農家の回答が不十分であることや適切でない場合には経験知の収集が困難となってしまう。この問題を解消するために、LLM を利用して、経験知として蓄積すべき要素を判定するツールを作成する。対話的に経験知を蓄積するツールでは、LLM として ChatGPT-4o<sup>4</sup> を用いた。

要素を判定するプロセスについて説明する。まず、果樹農家に対して調査にて生成されたカテゴリについての質問をする。次に、果樹農家が質問に対する回答を入力する。この時、カテゴリについて言及されているかどうかを LLM が判定する。判

4: <https://openai.com> (2024/1/7 確認)

規格外品が多かったのです。その規格外品について、具体的にはどのような状態でしたか？  
例えば、「サイズが小さい」「傷が多い」「色むらがある」など、特徴を教えてください。また、それが起きた原因について何か心当たりはありますか？

大玉と着色不良

ありがとうございます！規格外品が「大玉」と「着色不良」だったんですね。

以下について確認させてください：

1. **大玉**：どのくらいのサイズが規格外となりましたか？
2. **着色不良**：色がどのように不十分でしたか？緑が残っているなどの特徴があれば教えてください。
3. **原因**：これらの状態になった理由に、何か心当たりはありますか？例えば、肥料の量や天候の影響など。

わかる範囲でお聞かせいただくと助かります！

📧 📧 📧 📧



3L以上  
着色不良は緑色が残っている状態

図1 果樹農家から経験知を獲得するためのツールの使用例

定する要素として実際の発話例や抽象化した単語などをプロンプトに含むことでLLMが判定可能となるようにした。その一例を表3に示す。最後に、果樹農家が確認して誤りや編集したい箇所がなければ終了とした。この手順に従って、調査で生成したカテゴリについて言語化が不十分な要素を判定するツールを作成した。

## 4.2 経験知の収集

和歌山県田辺市で梅とみかんを栽培している辻田農園と梅を栽培している田口農園の2名に協力を得て、2024年11月17日から2024年12月17日までの1カ月間、データ収集を試みた結果について報告する。

3.4節で述べたように、調査で生成したカテゴリに準じた質問に対して果樹農家が回答することで経験知を収集し、農作業ごとに判断している要素を明らかにすることが目的である。果樹農家から聞き出すタイミングとして、作業外に聞き出すことで作業を阻害することなく経験知の収集が可能であると考えた。この時、作業前に聞き出した場合では、畑の様子や天候の変化に応じて作業内容を変更した場合に作業前に想定されていた作業と実際に行った作業が異なり経験知を収集できないと考えた。そのため、実際に行った作業の記録として作業後に聞き出すことを想定して行った。

実際にツールを使用して果樹農家の経験知を収集している例を図1に示す。ツールからの質問に対して果樹農家が入力し、再びツールから質問が出力されるという流れを繰り返し行ってもらった。

## 4.3 結果・考察

本節では、対話的に経験知を収集するツールに関する評価および収集された経験知に関する評価の2つの観点から評価する。

### 4.3.1 対話的に経験知を収集するツールに関する評価

果樹農家が初めてツールを使用したときに、ツールの使用感について聞き取り調査を行った。その結果、「続けて使うのは難しい」という回答や「一つ一つ文章を記入するのが面倒くさい」という文字の入力に対する不満の意見が散見された。このこと

から、思考を言語化する際に文章の入力は果樹農家の負担と成り得ることが確認できた。一方で、「人に説明するのは苦じゃない」という回答があったことから発話による記録への可能性がうかがえた。文章として記入するという行為は、思考を言語化することと、文章を整えながら記述するという行為が組み合わる行為であり、文章を整えながら記入することが果樹農家の負担となると考えられる。

そのために、継続的に経験知を収集することを視野に入れ、初回以降は、果樹農家が記入する方法から、筆者自身が質問文を果樹農家に伝え、果樹農家に回答してもらった内容を筆者自身が記入する、という方法に変更した。

### 4.3.2 収集された経験知に関する評価

辻田農園の日程を表4に、田口農園の日程を表5に示す。辻田農園からは、「加工用みかんの収穫作業」「防腐剤散布」「みかんの収穫作業」「収穫したみかんの選果作業」「箱詰め作業」「梅の剪定作業」の6つの農作業について収集できた。田口農園からは、「梅の苗植え作業」「梅の剪定作業」の2つの農作業について収集できた。田口農園では、梅の閑散期であるこの時期にアルバイトでの収入を得ているために1カ月の内1週間程度を農作業の時間に当てている。収集した果樹農家の経験知の例を表6に示す。このように日々の農作業に関して果樹農家がどのような意図で作業を実施しているのかを記録した。「None」は、果樹農家が言語化できなかった部分やツール側から表示されなかったことを意味する。例えば、「日時」は「加工用みかんの収穫作業」において意味を成さないために果樹農家が言語化できなかったと考えられる。また、「加工用みかんの収穫作業」の「手段選択」では、「ハサミを使った収穫」が手段となるが、「道具や資材」で「はさみ」の記入があったために、既に要素が満たされているという判定となったと考えられる。

辻田農園の日程を見ると、11月の中旬頃に「加工用みかんの収穫作業」、11月の下旬に「みかんの収穫作業」がある。それぞれ記録の一部を比較した結果を表7に示す。「加工用みかんの収穫作業」では、「外品を事前に分けないと、収穫のピーク時に作業が滞り、時間がかかる可能性がある。」という問題となるポイントが挙げられ、「3L以上の大玉、緑色が残っているみかんを優先的に収穫」することでピーク時の収穫作業の効率化を目的とする作業方針が表出されている。「みかんの収穫作業」では、「収穫をしないと収入が得られない、木が弱る、害獣の被害が発生する」というポイントが挙げられ、「木に実が残らないようにすべて取る」ことで、木への負担を最小限することや害獣への被害が発生する前に収穫するといった方針が表出されている。また、「作業量や時間」に注目して見ると、普段は1人で作業するのに対して「みかんの収穫作業」では収穫をするために人の数が増加している。これは、人手がどの時期に必要なのかを考えるきっかけとなり、人員確保のための計画が立てられることに繋がるだろう。このように時系列的に農作業を記録することで、農作業の必要性や順序、その時期に行われる意味の理解が可能となり、農作業の計画を立てる際の一助となることが期待できる。

辻田農園の「防腐剤散布」と、田口農園の「梅の苗植え作業」

表 4 辻田農園の日程

|          |          |          |          |        |             |               |       |        |       |       |
|----------|----------|----------|----------|--------|-------------|---------------|-------|--------|-------|-------|
| 日付       | 11/17    | 11/18    | 11/19    | 11/20  | 11/21       | 11/22         | 11/23 | 11/24  | 11/25 | 11/26 |
| 対象       | 梅        | 梅        | 出張       | 加工用みかん | みかん<br>梅    | みかん<br>加工用みかん | みかん   | 加工用みかん | みかん   | 休み    |
| 作業内容     | 剪定       | 剪定       |          | 収穫     | 防腐剤散布<br>剪定 | 防腐剤散布<br>収穫   | 倉庫整理  | 選果     | 収穫    |       |
| 11/27    | 11/28    | 11/29    | 11/30    | 12/1   | 12/2        | 12/3          | 12/4  | 12/5   | 12/6  | 12/7  |
| みかん      | みかん      | みかん      | みかん      | みかん    | みかん         | みかん           | みかん   | みかん    | みかん   | みかん   |
| 収穫<br>選果 | 収穫<br>選果 | 収穫<br>選果 | 収穫<br>選果 | 収穫     | 収穫          | 収穫            | 選果    | 箱詰め    | 選果    | 箱詰め   |
| 12/8     | 12/9     | 12/10    | 12/11    | 12/12  | 12/13       | 12/14         | 12/15 | 12/16  | 12/17 |       |
| みかん      | みかん      | みかん      | みかん      | みかん    | 休み          | 休み            | みかん   | みかん    | みかん   |       |
| 箱詰め      | 箱詰め      | 箱詰め      | 箱詰め      | 箱詰め    |             |               | 箱詰め   | 箱詰め    | 箱詰め   |       |

表 5 田口農園の日程

|               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 日付            | 11/17         | 11/18         | 11/19         | 11/20         | 11/21         | 11/22         | 11/23         | 11/24         | 11/25         | 11/26         |
| 対象            | アルバイト<br>(土木) | アルバイト<br>(土木) | アルバイト<br>(土木) | アルバイト<br>(土木) | アルバイト<br>(土木) | アルバイト<br>(土木) | アルバイト<br>(土木) | 梅             | 梅             | 梅             |
| 作業内容          |               |               |               |               |               |               |               | 苗植え           | 苗植え           | 苗植え           |
| 11/27         | 11/28         | 11/29         | 11/30         | 12/1          | 12/2          | 12/3          | 12/4          | 12/5          | 12/6          | 12/7          |
| アルバイト<br>(収穫) | アルバイト<br>(収穫) | アルバイト<br>(収穫) | アルバイト<br>(収穫) | アルバイト<br>(収穫) | アルバイト<br>(収穫) | アルバイト<br>(収穫) | アルバイト<br>(収穫) | アルバイト<br>(収穫) | アルバイト<br>(収穫) | アルバイト<br>(収穫) |
| 12/8          | 12/9          | 12/10         | 12/11         | 12/12         | 12/13         | 12/14         | 12/15         | 12/16         | 12/17         |               |
| 休み            | みかん<br>(箱詰め)  | みかん<br>(箱詰め)  | みかん<br>(箱詰め)  | みかん<br>(箱詰め)  | 梅             | 休み            | 梅             | 梅             | 梅             |               |
|               |               |               |               |               | 剪定            |               | 剪定            | 剪定            | 剪定            |               |

表 6 加工用みかんの収穫作業

| カテゴリ         | 回答  | 判断要素           |
|--------------|---|----------------|
| 対象           | 早生みかん   | 種類             |
| 対象の状態        | 大玉と着色不良の規格外品                                      | サイズ, 色         |
| 原因           | 夏の高湿と秋の多雨   | 季節ごとの天候        |
| 問題           | 外品を事前に分けないと、<br>収穫のピーク時に作業が滞り、<br>時間がかかる可能性がある。   | 作業効率           |
| 理想           | 外品を事前に分け、ピーク時の<br>作業負担を軽減すること。                    | 作業効率           |
| 道具や資材        | はさみ、籠、コンテナ  |                |
| 道具や資材の選択理由   | None  |                |
| 基準の設定        | 3L 以上の大玉、<br>緑色が残っているみかん<br>を優先的に収穫               | サイズ, 色         |
| 基準設定の理由      | ピーク時の負担を減らすため                                     | 作業効率           |
| 手段選択         | None  |                |
| 手段選択の理由      | None  |                |
| 時期           | 11 月中旬から下旬  |                |
| 時期の理由        | (収穫が) 早すぎると着色不良に<br>なってしまうし、遅すぎると<br>収穫のピークと重なるため | 着色の後、<br>繁忙期の前 |
| 日時           | None  |                |
| 日時の理由        | None  |                |
| 作業量と時間       | 1700kg・8 時間・4 人                                   |                |
| 作業量と時間になった理由 | 取れるだけ収穫したため                                       | 最大限の稼働         |

それぞれ記録を一部を比較した結果を表 8 に示す。「防腐剤散布」では、「雨風のないタイミングでドリフトに気をつけながら散布」にする理由として「薬剤が他の場所に飛散しないように

するため」が挙げられた。「梅の苗植え作業」では、「雨が降る直前を狙って植え付けを行った」理由として「雨で土が締まることで、根の定着が良くなるため」が挙げられた。このように「日時」の記録は、天候などの影響によりリスケジュールが余儀なくされる恐れがあるために、日程を早めることや複数日予定を開けておくといった対策を講じるきっかけとして作用することが期待できる。

農作業の日程とともに果樹農家の具体的な行動やその際の判断基準、その背後にある理由、根拠などを収集することで、日ごとに農家がどのような意図で農作業を実施しているのかを把握することができる。このような記録は、情勢を踏まえた農作業の日程設定や効率的な農作業の手順などの熟達農家の思考を援用して、経験の浅い就農者が農作業を理解しながら計画を立てる一助として機能すると考えられる。

## 5 おわりに

本研究では、果樹農家の経験知を効率よく獲得するために、果樹農家のインタビューをもとに経験知の聞き取りに必要な要素を整理した。その結果、17 のカテゴリに整理することができ、それらを用いて農家が行っている作業理由の言語化を促す仕組みを提案する。提案手法では、大規模言語モデル (LLM) による対話を通じて、経験知として蓄積すべき要素を判定し、言語化が不十分な要素を判定して深掘りすることにより、果樹農家における経験知の網羅的な収集を試みた。その結果、農作

表7 加工用みかんの収穫作業とみかんの収穫作業

| カテゴリ    | 加工用みかん                                   | みかん                      |
|---------|--|--------------------------|
| 問題      | 外品を事前に分けないと、収穫のピーク時に作業が滞り、時間がかかる可能性がある。  | 収入が得られない、木が弱る、害獣の被害が発生する |
| 理想      | 外品を事前に分け、ピーク時の作業負担を軽減すること。               | 木に実が残らないようすべて取る          |
| 基準の設定   | 3L以上の大玉、緑色が残っているみかんを優先的に収穫               | 木になっている実をすべて収穫           |
| 基準設定の理由 | ピーク時の負担を減らすため                            | 収穫適期                     |
| 時期      | 11月中旬から下旬                                | 12月20日まで                 |
| 時期の理由   | (収穫が)早すぎると着色不良になってしまうし、遅すぎると収穫のピークと重なるため | 収穫適期だから                  |
| 作業量と時間  | 1700kg・8時間・4人                            | 940kg・8時間・3人             |

表8 防腐剤散布と梅の苗植え作業

| カテゴリ  | 防腐剤散布                     | 苗植え作業                  |
|-------|---------------------------|------------------------|
| 日時    | 雨風のないタイミングでドリフトに気をつけながら散布 | 雨が降る直前を狙って植え付けを行った     |
| 日時の理由 | 薬剤が他の場所に飛散しないようにするため      | 雨で土が締まることで、根の定着が良くなるため |

業の日程とともに果樹農家の具体的な行動やその際の判断基準、その背後にある理由、根拠などを収集することで、日ごとに農家がどのような意図で農作業を実施しているのかを把握できる可能性がある。これは、情勢を踏まえた農作業の日程設定や効率的な農作業の手順などの熟達農家の思考を援用して、経験の浅い就農者が農作業を理解しながら計画を立てる一助として機能すると考えられる。

一方で、果樹農家の記録への負担と記録内容が十分でないという課題がある。記録への負担に関して、連日同じ作業で、記入する内容に変化が無いときに、同じ内容でも記入しないといけないことが負担となりこれを軽減していく必要がある。また、4.3.1項で述べたように、記入するという行為自体に負担がかかるために、代替する手法で負担を軽減する必要があると考えられる。これは、物理的な行為を減らす(記述という方法から発話やウェアラブルセンサで獲得する)という考え方や精神的に負担を減らす(農家の利益となるフレームワークの提案や農家が無意識のうちに収集できるようなアイデアなど)が挙げられる。次に、記録内容が十分でないことに関しては、ツールでの収集とは別に筆者が疑問に思ったことを中心に深掘りを行い、「休み」の理由や天候以外の外的な要因、田口農園がアルバイトで稼がないといけない要因などについて聞き取りを行った。「休み」の理由については、「雨の日に収穫すると、皮が柔らかくなり、他の実と擦れたときに傷がつきやすい」という回答があった。また、天候以外の外的な要因に関しては、「鳥獣害の影響による被害が大きく、収穫時期を早めている」という回答があった。また、田口農園がアルバイトで稼がないといけない要因に関しては、「昨年の梅の収穫量が減ったことによる収入の減少や、簡単に農地を広げることができない」という回答があった。これらは、経験の浅い就農者やこれから参入しようとする人が計画を立てる際の有効な情報として活用できると考えられる。

今後は、記録への負担軽減と内容の深化によって、農作業をどういう意図で判断し、どのように作業を進めているのか、具体的な行動やその際の判断基準、その背後にある理由、根拠などを整理した経験知を収集・蓄積し、経験が浅い就農者に対して知識を継承をすることを旨とする。

## 謝 辞

インタビュー並びに毎日の記録を付けて頂いた辻田農園の辻田直樹氏、田口農園の田口幸人氏に感謝します。研究を実施するにあたりご協力して頂いた、株式会社日向屋、田中和広氏、白水菜々重氏に感謝します。

## 文 献

- [1] Strauss A. Corbin, J. Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. *Qualitative sociology*, Vol. 13, No. 1, pp. 3–21, 1990.
- [2] 梅本雅, 山本淳子. 農作業ナレッジの継承に向けた課題と方法. *農業経営研究*, Vol. 48, No. 1, pp. 37–42, 2010.
- [3] 新井吾朗, 白川幸太郎. 伝承のための技能明確化手続きについて: 既存技能分析手法の欠落視点からの検討. *産業教育学研究*, Vol. 35, No. 2, pp. 1–8, 2005.
- [4] 楠見孝. 批判的思考への認知科学からのアプローチ. *認知科学*, Vol. 25, No. 4, pp. 461–474, 2018.
- [5] 中山康子. 知識継承のしくみづくり. *人工知能*, Vol. 22, No. 4, pp. 467–471, 2007.
- [6] 神成淳司, 久寿居大, 工藤正博, 小野雄太郎, 沼野なぎさ, 神谷俊之, 島津秀雄. Ai(agri-informatics)に基づく学習支援システムの研究開発. *人工知能*, Vol. 30, No. 2, pp. 174–181, 2015.
- [7] 山本淳子. 農作業における知識・技能の特質と継承方法. *農業機械学会誌*, Vol. 73, No. 5, pp. 276–280, 2011.
- [8] 山本淳子, 梅本雅. 土地利用型経営における農作業ナレッジの特徴. *農業経営研究*, Vol. 48, No. 1, pp. 43–48, 2010.
- [9] 水野将樹. 青年は信頼できる友人との関係をどのように捉えているのか. *教育心理学研究*, Vol. 52, No. 2, pp. 170–185, 2004.
- [10] 小笠原慎一, 草野謙三. 新規参入者の経営活動実態と経営基盤確立への課題. *関東東海農業経営研究*, No. 104, pp. 67–72, 2014.
- [11] 久寿居大, 島津秀雄, 神成淳司. 技能継承のための農業技術学習支援システムの開発. *農業食料工学会誌*, Vol. 80, No. 1, pp. 13–19, 2018.
- [12] 久寿居大, 島津秀雄, 神成淳司. 臨時雇用者の短期育成のための促成指向 ai 農業学習モデル. *農業情報研究*, Vol. 32, No. 1, pp. 26–37, 2023.
- [13] 辻澤隆彦. フィールドサーバとウェアラブル端末を活用した農作業情報を共有するシステムの試作と検証. *農業情報研究*, Vol. 23, No. 1, pp. 38–48, 2014.