

自動選択機能を組み込んだ菜園アプリケーション

石井真人

Development of CROPS Implementing Automatic Vegetables-Selection Function

Masato ISHII

In this study, we describe computer program CROPS incorporating an automatic vegetables- selection function for the purpose of preventing decrease in harvest volume of kitchen garden.

The automatic vegetables-selection function can predict the appropriate vegetables for the next season on the cultivated areas of the kitchen garden avoiding the continuous cropping. The information necessary for this function is the past cultivation data, preference information and cultivation information.

The results obtained are described below.

- (1) The preference model of preference information was calculated by PREFMAP analysis. As a result, potatoes, sweet potatoes and pumpkins have been laid in close distance in the preference space. Carrots and gohyahs were laid apart from the other vegetables.
- (2) Cultivation characteristics of cultivation information have been grouped by CLUSTER analysis. Japanese radish, kidney beans and sweet potatoes have belonged to the same group. Corn made its own group.
- (3) Evaluation experiment of CROPS was conducted by experienced persons of the kitchen garden. In the experimental results, the average hit rate was 73%.
- (4) One of the other main functions implemented in CROPS has been the cultivation record function. This function has able to record the cultivation history of the past 4 years. And the cultivation memo function, which can be described like cultivation diary, has been also implemented.

Keywords: CROPS, kitchen garden, PREFMAP analysis, CLUSTER analysis, continuous cropping

1 はじめに

近年、自然回帰志向や低農薬野菜への要望の高まりにより、家庭菜園が注目を浴びている[1]. この傾向は日本だけではないという[2]. メディアでも主要テレビ局で、家庭 de 菜園 (BS朝日) や趣味の園芸ーやさいの時間 (NHK) が放送されている. また、人気アーティストを起用した、ザ!鉄腕!ダッシュ (日本テレビ) も、前述の番組とは趣旨が異なるものの家庭菜園ブームを意識した企画と判断できる. アイリス家庭菜園ドットコム会員を対象にしたアンケート結果[3]では、参加者の年代は30歳台から60歳台で90パーセントを占めており、最も多い世代は50歳台である. この結果が示すように、ブームは広範な世代に浸透している. 栽培場所は、市民農園、庭や

畑などの土地に直に栽培している割合は 66 パーセントである。その他の 34 パーセントは、ベランダや室内のプランターや鉢などを使って栽培しているという。多くの人がライフスタイルに溶け込んだ多様な方法で、菜園ブームに参加していることが分かる。動機としては、食の安全確保も強いが、新鮮で美味しい野菜への願望が極めて高い。つまり健康に良い新しい食材の確保が望まれている。一方時間的制約以外の家庭菜園の意欲を妨げる要因としては、病虫害のような自然発生現象のほか、「上手に育たない」、「収穫量が少ない」、「分からないことが多い」のように栽培ノウハウ不足から生じる原因も 22~45 パーセントに達している。そして、家庭菜園を始めたが 1 年以内で中断する人は 4 割に達するという報告もある[4]。

そこで本研究では、家庭菜園への参加意欲を向上させる目的で、適切な栽培情報を提供する機能を組み込んだコンピュータアプリケーションプログラム—CROPS—について述べる。意欲減少の要因は、物理的な耕作時間不足や住宅環境問題以外は、対象作物の固有の特性に関することが多い。これらの特性は、プロならば栽培環境と技術や経験で解決が可能であるが、アンケートにも表れているように家庭菜園のビギナー（以降、ビギナーは CROPS の対象者という意味でユーザーと呼ぶ）にとっては、高いハードルである。とくにプロの農業従事者と基本的に異なるのは耕作地である。プロの肥沃で広大な耕作地に対して狭小な菜園スペースで行うため、連作回避用スペースの確保は困難である。それゆえ、栽培野菜は限定される。また、日照時間や土質など容易に解決できない課題もある。したがってプロと比較すると、多くの技術的課題が解決されてもユーザーの栽培可能な野菜は限られる。

開発した CROPS は、ユーザーが栽培したい野菜を、ユーザーの栽培環境を考慮して選定する機能が組み込まれている。具体的には、ユーザーの耕作地の形状やスペースにとらわれず、過去の作付け履歴を参照して適切な野菜と耕作場所を決定する。この機能により、ユーザーは連作を回避して希望する野菜と耕作地を瞬時に把握できるので、「上手に育たない」などの栽培意欲低下因子を抑えることができる。ユーザーの希望する野菜がその特性や耕作場所などの理由で合わない場合は、CROPS は他の野菜と耕作場所を提供する。

他の機能としては、耕作地ごとに栽培日記のような栽培記録を記述・保存する機能を組み込んだ。これによりユーザーはこれまでの作付け履歴を、文字と画像情報で管理することができる。さらに、選択した野菜の一般的な技術情報などを参照できる辞書的な機能を持たせた。これらのメモと辞書機能により、ユーザーは随時栽培情報を得ることができるので、栽培に伴うストレスを低減することが可能になる。

本研究で対象とするユーザーは、これから家庭菜園に参加したい人、または菜園経験数年のビギナーである。耕作地については、畑や庭あるいはベランダ、プランターなどの条件は無い。そのスペースと形状はユーザーが自由に設定する。CROPS はユーザーの要望する野菜を、過去の作付け履歴を元に決定するが、その野菜の技術上の解決策に関しては出力しない。野菜の個別的な技術情報の付与はユーザーに依存する。

以下 2 章では、自動選択機能の方法と、選択に必要なデータ収集について述べる。3 章では自動選択機能の野菜分類結果とそれらを組み込んだ CROPS と、その評価実験を述べる。4 章にてまとめを行う。

2 自動選択機能

本章では、自動選択機能の方法と、機能に必要なデータ収集について述べる。自動選択機能は以下の環境で効果がでることを想定している。

- ① ユーザーは、数年の家庭菜園の経験があるが、連作障害で耕作場所の確保に窮している。
- ② ユーザーは、数年の家庭菜園の経験があるが、これまで栽培した野菜と嗜好傾向や栽培手法が類似する野菜を望んでいる。

CROPS が選択する野菜と耕作場所は、ユーザが入力した過去の作付け履歴から決定していく。作付け情報は、耕作場所と栽培する野菜のセットからなり、それ以外の情報は含まない。ここで述べる耕作場所とは、1種類の野菜が耕作できる場所であって、畑、庭、鉢の区別は無い。この耕作単位をフィールドと呼ぶ。耕作地とはフィールドの集合である。1フィールドには1野菜が対応する。

自動選択機能は、ユーザが過去に栽培した作付け情報を参照して、次期シーズンに栽培する野菜とフィールドを決定する。余ったフィールドには、野菜の嗜好情報と耕作情報から分析して、それらの条件が合致する野菜を当てはめる。この方法により、ユーザが次期シーズンに栽培したい野菜の作付け情報を瞬時に得ることができ、収穫リスクが低下する。嗜好情報は、一般消費者あるいはユーザの野菜嗜好性である。栽培情報は初歩的な生産技法の注意項目であり、これを栽培特性と呼ぶ。

2.1 野菜の収集

CROPS が扱う野菜は、タキイ種苗が、20歳以上の農業関連従事者を除いた男女600人を対象に行ったインターネット調査の結果[5]や、前述のアイリス家庭菜園ドットコムの調査結果などを参考にして21種類を収集した。これらは、栽培地の気候や環境により栽培期間や旬の時期が異なる。本研究では、日本の中間的気候である東北以外の本州と四国、および北九州を、栽培の対象地域とする。そして、ユーザの栽培時期の便宜を図るため、この地域に合った季節野菜に分類する。なお分類に際しては、関連書籍[6][7]のほか食や野菜栽培関連ウェブサイト[8][9]を参考にして、夏野菜、冬野菜、季節を問わない野菜に3分類した。

収集した野菜を表-1に示す。分類内容を表-1の注に示す。

〔表-1〕収集した野菜

野菜名	季節	野菜名	季節
ナス	夏野菜	オクラ	夏野菜
ピーマン	夏野菜	インゲン（マメ）	夏野菜
トマト	夏野菜	エンドウ（マメ）	冬野菜
キャベツ	季節を問わない	枝豆	夏野菜
大根	季節を問わない	人参	冬野菜
かぶ	冬野菜	サツマイモ	夏野菜
キュウリ	夏野菜	レタス	冬野菜
ゴーヤ	夏野菜	ほうれん草	冬野菜
カボチャ	夏野菜	セロリ	冬野菜
ズッキーニ	夏野菜	ジャガイモ	夏野菜
トウモロコシ	夏野菜		

注1：夏野菜 3月以降に種撒き、植付けを行い、その年の10月までに収穫できる野菜。

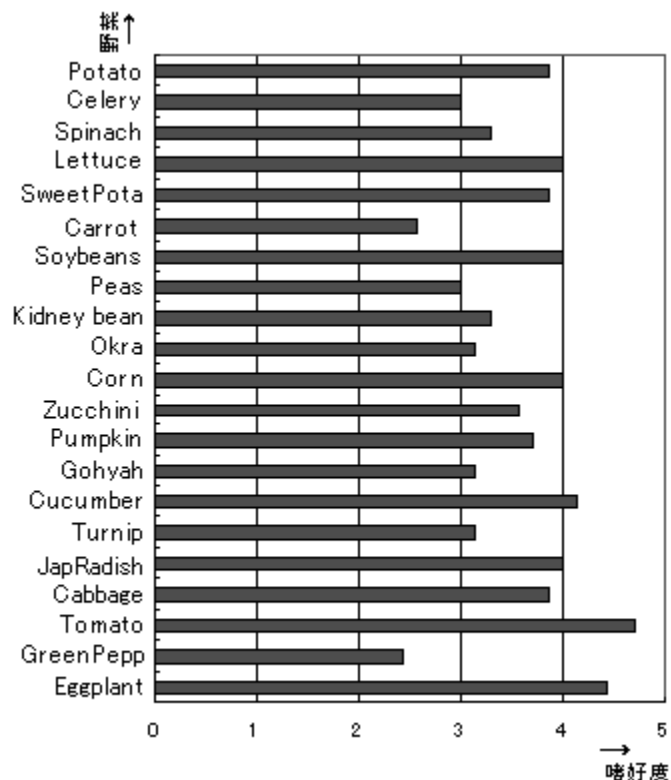
注2：冬野菜 7月以降に種撒き、植付けを行い、その年の10月以降から収穫できる野菜。

2.2 野菜の嗜好性

好まれる野菜の人気順位は、文献[3]によれば、トマト、ミニトマト、キュウリの順である。嫌いな野菜では、ゴーヤ、春菊、ピーマンが並ぶ。しかしユーザが栽培したい野菜の嗜好性向は、

誰もがこれらの順位で野菜を選んでいくのではなく、トマトを好む人はゴーヤも好むこともありうる。このことから、嗜好性行を予測するには野菜相互の嗜好傾向の近似性が分かるような、ユーザの野菜嗜好モデルが必要である。そこで、嗜好モデルを作成するため、表-1 の 21 種類の野菜について嗜好傾向を調査した。評価者は、20 歳台～50 歳台の女性 4 人、男性 3 人である。評価者には、調査の目的を知らせていない。また家庭菜園への参加や興味の有無は不問である。評価者に、選択した 21 種の野菜リストを提示し、嗜好の程度（嗜好度）を 5 段階で回答させた。提示したリストの順序は評価者ごとに変更してある。

野菜ごとの嗜好度の評価結果（嗜好度）平均値を図-1 に示す。



〔図-1〕野菜の平均嗜好度

2.3 野菜の栽培特性

職業就業者ならば、栽培情報として耕作技術や農学などの専門知識が必要である。しかし本研究では、家庭菜園のビギナーを前提にしている。そこで栽培特性は、ビギナーが野菜栽培の際に最低限必要な注意事項とする。栽培特性を決めるに当たり、5 人の 5 年以上経験者を対象に、ビギナーに必要な野菜栽培の一般的な注意事項の調査を行った。そして、その調査結果と文献[6][7]を参考にして、「霜害への対策の必要性」のような気候の影響を除いた 10 項目の栽培特性を決定した。

決定した各項目に関して、前述の 5 人の経験者を対象に、収集した 21 種の野菜についてアンケート調査を行った。評価者は、各野菜の栽培特性を 3 段階で評価した。

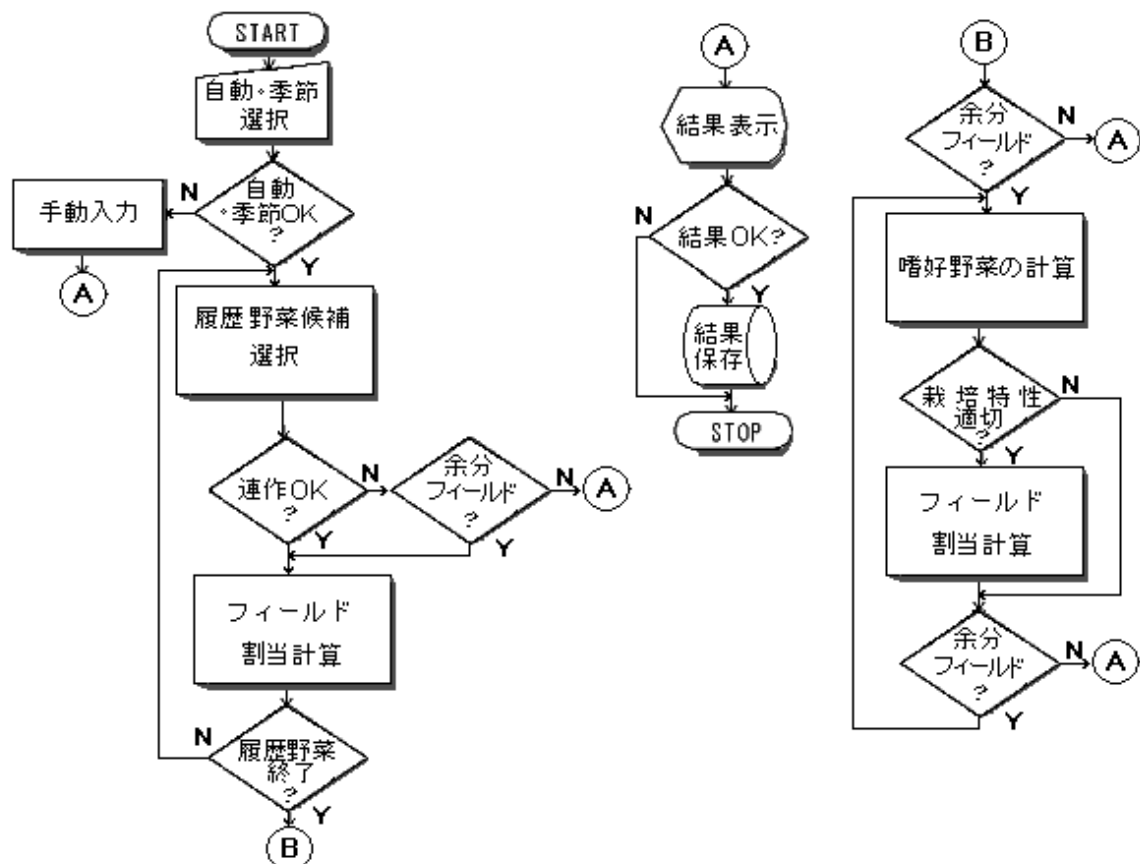
栽培特性の各項目とその内容を表-2 に示す。

〔表-2〕栽培特性と内容

項 目	内 容
肥料	肥料の選定，回数と量，および施肥の場所
水	給水の回数と量，給水時間帯
日照	日照の有無
虫害	虫害の有無と対策の難易性
病気	病気の有無と対策の難易性
仕立て	剪定の有無と方法の難易性
土質	フィールドのp h調整や水はけ，粘性
収穫期間	収穫のタイミングと収穫期間の長さ
栽培場所	庭，畑やプランターなどの栽培場所
支柱	支柱や雨よけの有無と難易性

2.4 野菜の自動選択

自動選択機能のプロセスは，過去に入力した作付け履歴をもとにして，連作傷害を避けて最適な野菜とフィールドを決定していく．その決定に当たっては，耕作頻度の高い野菜から順に，フィールドとその数を耕作地に割り当てる．耕作地のフィールドが残った場合は，次の候補を嗜好情報と栽培特性を用いて決定する．このプロセスを図-2に示す．

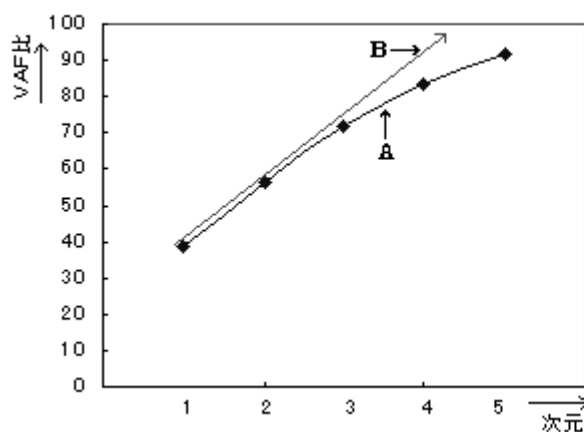


〔図-2〕自動選択機能の流れ

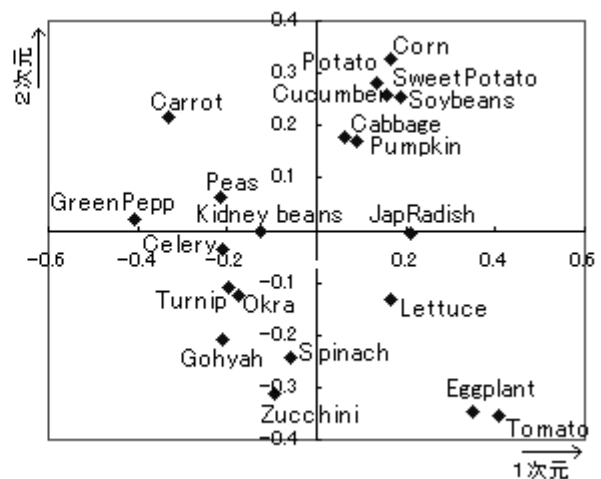
2.4.1 嗜好性モデル

嗜好順位には個人差がある[10]. ユーザはアンケートの順位どおりに野菜を好むわけではない. しかし, 好まれる (好まれない) 対象の嗜好の度合いが分かれば, 既知の野菜に近い野菜を推測することが可能である. 食品嗜好分析では, いろいろな方法が用いられるが, THOMPSON らは市販のチョコレートミルクに関して PREFMAP analysis を用いて嗜好特性と食品特徴との関連を議論している[11]. そこで本研究では, PREFMAP analysis を用いて, 表-1 の野菜の嗜好度を嗜好空間に配置し, 野菜間の嗜好度を数字で表すモデルを作成する. PREFMAP analysis は, 評価者と対象食品を嗜好空間に布置することで双方の関連性が数字あるいは視覚的に明示される. 本研究では, ユーザは不特定多数と想定している. したがって, 評価者が限定された嗜好モデルではユーザとの誤差は避けられない. しかし, 図-1 で選択した野菜の平均嗜好度と参考文献[3]の結果が近似することから, 嗜好モデルはユーザに限定的に対応すると仮定する.

得られた嗜好度データを, 平均値 0, 分散 1 に基準化して, 最大次元数 5 で分析した結果の VAF 値と次元の関係を図-3 に示す.



〔図-3〕 VAF 値と次元の関係



〔図-4〕 2次元布置モデル

図-3 より, VAF 比は 2 次元を越えたあたりから 1 次元と 2 次元を結ぶ直線 B と乖離しはじめる. また, 野菜の固有値は大きさ順位 2 を超えると減少幅の差が顕著になった. したがって, 分析対象次元は 2 次元に絞っても嗜好モデルへの影響は抑えられると判断した. 2 次元布置モデル (図-4) を用いて式-(1)によりユーザの嗜好する野菜を予測する.

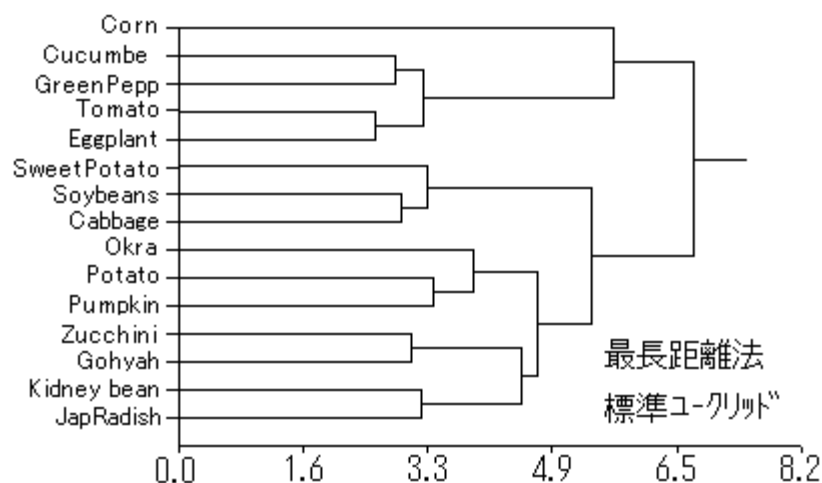
$$D = I / \sum_{i=1}^2 d_i \quad (1)$$

ここで, D は予測する野菜の嗜好値である. d_i は, 過去の作付け野菜と, 予測する野菜 i の布置から計算した距離である. 過去に栽培された野菜の中で最も頻度が高い野菜から D を計算して, D が最大の野菜から順に選択候補としてリストアップしていく.

2.4.2 栽培特性によるグループ化

ユーザが栽培しやすい野菜の選択を行う目的で, 嗜好値(D)の高い野菜の栽培特性を判別する. 判別方法は, 21 種の野菜を栽培特性別にグループ化する. このグループ化により, ユーザは栽培特性の類似する野菜を耕作することができるので, 手間や時間を省くことができる. CROPS が嗜好値で候補とする野菜が, 耕作履歴に含まれた野菜と同一の栽培特性に所属するグループであれば, 候補の野菜は選択される. すべての選択が終了して, 耕作地に余裕がある場合は, 他の栽

培特性に所属する野菜も選択の対象となる。グループ化は、表-2の項目を用いてクラスター分析で行った。分析は、最短および最小距離法を用い、結果を照合してグループした。夏野菜の最長距離法（距離測定は標準ユークリッド）結果を図-5に示す。グループ化結果を表-3に示す。



〔図-5〕夏野菜*の栽培特性のクラスター分析（最長距離法）

注 *：季節を問わない野菜も含む

〔表-3〕夏野菜の栽培特性グループと代表的な野菜

グループ名	グ ル ー プ の 特 徴	代表的な野菜
A	肥料，給水の手間が比較的楽で仕立てがいらぬ．葉物以外は虫害も少ない．栽培場所を選ぶ野菜もある．	大根，インゲン，サツマイモ
B	虫害や病気への対策が楽な野菜もあるが，栽培場所を選ぶ野菜もある．	ゴーヤ，カボチャ，ズッキーニ
C	施肥，給水の有無など気配りが必要．また，剪定や支柱にも注意する野菜もある．	ナス，トマト，キュウリ
D	施肥，虫害，給水や日照に注意が必要．栽培場所を選ぶ．	トウモロコシ

3 CROPS

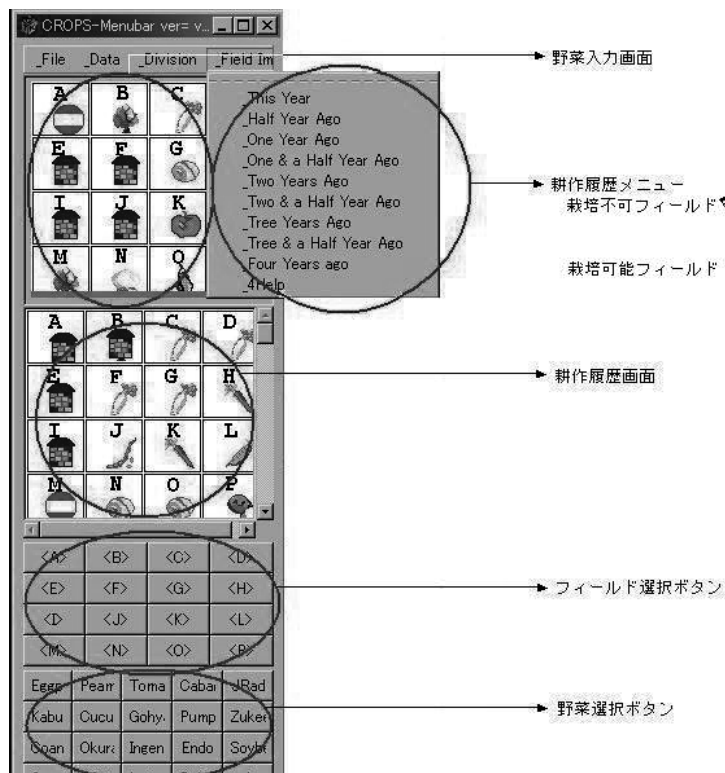
本章では，自動選択機能を実装した CROPS について述べる．CROPS は，Windows か Linux 環境下で作動する．また，自動選択機能の効果を測定するために行った評価実験の結果について述べる．

3.1 CROPS の特徴

CROPS は自動選定機能のほか，以下の機能を備えている．

- ① 栽培履歴記録機能：過去 8 シーズンの栽培した野菜とそのフィールドを記録する（図-6 参照）．
- ② 耕作地作成機能：ユーザ専用の耕作地を形成する機能．耕作地は 16 個のフィールドから構成される．フィールドごとに家や植樹のような耕作できない場所や，耕作禁止場所の設定が可能（図-7 参照）．
- ③ 連作禁止機能：入力した野菜が連作できないフィールドを知らせる．解除可能．
- ④ 栽培メモ機能：種まきなどの栽培情報をメモの形でフィールドごとに記録する（図-8 参照）．

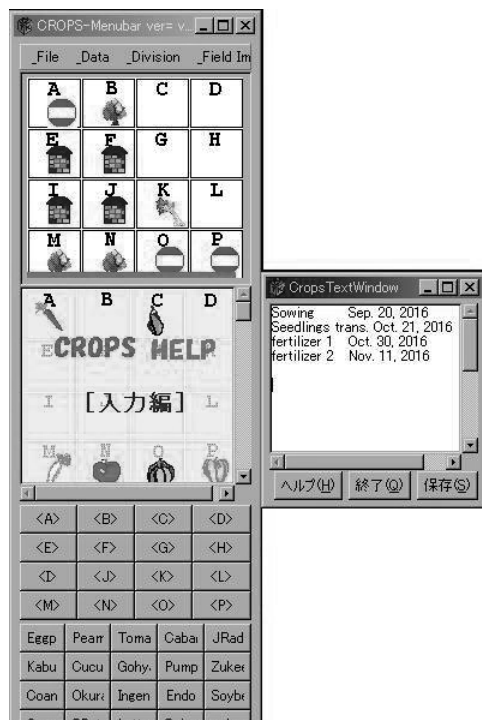
- ⑤ 栽培画像保存機能：フィールドごとに複数の画像情報を保存・表示する（図-9 参照）。
- ⑥ 栽培情報表示機能：21種の野菜の栽培法や栽培時期などの一般情報を表示する辞書的機能。



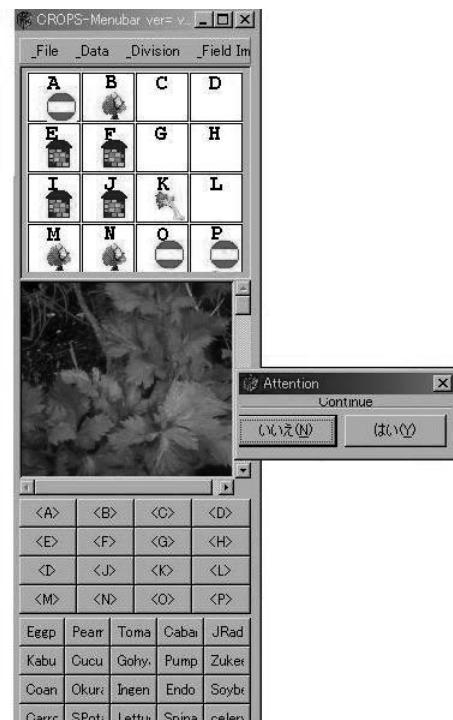
〔図-6〕 栽培履歴記録機能



〔図-7〕 耕作地作成機能



〔図-8〕 栽培メモ機能



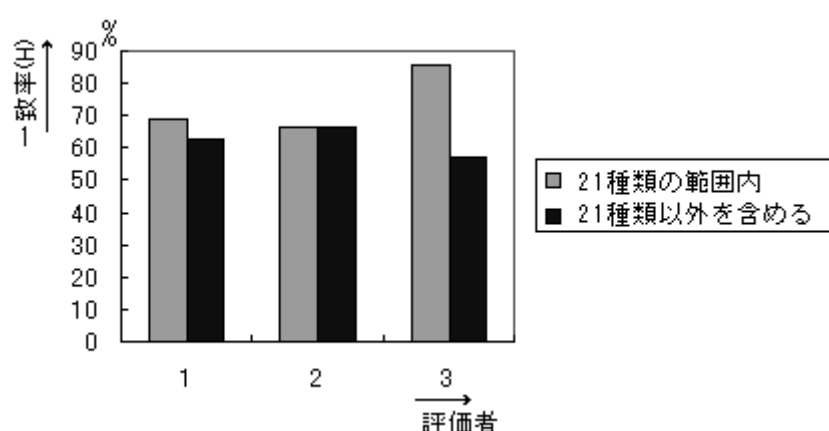
〔図-9〕 栽培画像保存機能

3.2 自動選択機能の評価実験

自動選択機能の効果を検討するため、栽培特性の決定に参加した評価者 3 人を対象にして、CROPS の評価を行った。各評価者が企画した次期シーズン夏野菜の栽培計画に関して、CROPS の自動選択機能の出力結果と栽培計画の一致率を検討した。なお、栽培計画の野菜は、1 フィールド／1 野菜とは限らず、複数のフィールドに耕作する場合も含む。式(2)に一致率 H を示す。

$$H=h/a \quad (\%) \quad (h,a \leq 16) \quad (2)$$

h は、栽培計画に一致したフィールド数であり、 a は、評価者の計画した栽培フィールド総数である。評価は、21 種の野菜の範囲内で行う場合と、それ以外の野菜を含めた場合で行った。評価実験結果を図-10 に示す。



〔図-10〕 評価実験結果

評価者が少ないことや、対象とするユーザである家庭菜園数年の該当者ではないことから、本来の目的であるビギナーのための自動選択機能の評価とはいえない。しかし経験者であっても、連作障害に悩まされずに過去の栽培傾向に合致する野菜とフィールドの選択へ費やす労力の低減効果の有無は参考となる。評価実験の結果では、21 種類の収集した野菜範囲内では、平均 73% の一致率であった。21 種以外の野菜を計画に組み込んだ結果では、62%に低下した。以上より、限定した実験ではあるが、自動選択機能の効果は高い。しかし、21 種類の野菜では家庭菜園経験者には十分では無い。

4 結論

本稿では、家庭菜園ビギナーの継続意欲向上に向けて、連作を回避して栽培地に適切な野菜情報を提供する自動選択機能を組み込んだ CROPS を提案した。CROPS の自動選択機能は、栽培履歴から連作を回避したフィールドを特定し、フィールドが余れば嗜好情報と栽培情報を用いて、次期シーズンに最適な野菜とフィールド情報を提供する機能である。得られた結果を以下に述べる。

- ① PREFMAP analysis により計算された嗜好性モデルは、2 次元モデルで検討された。その結果、ジャガイモ、サツマイモ、カボチャなどが近く、人参、ゴーヤは他と異なる布置であった。

- ② クラスタ分析によりグループ化された栽培特性は、大根、インゲン、サツマイモなどが同一グループに所属した。トウモロコシはどこのグループにも所属しなかった。
- ③ 経験者による CROPS の評価実験結果では、平均 73% の一致率であった。
- ④ CROPS の他の機能としては、過去 4 年間の栽培履歴記録機能や栽培日記に相当する栽培メモ機能などがある。

今後の課題としては、嗜好モデルの充実である。本研究のモデルは少人数の嗜好情報から成り、多くのユーザに対応するにはデータ数が少ない。それと評価実験結果が示すように、ユーザを多様な野菜栽培の経験者まで範囲を拡大するには、新しい野菜の追加収集が必要である。

参考文献

- [1] “食物医師に関心”，日本農業新聞，2011/6/4
- [2] “農薬への不安から家庭菜園ブーム”，YOMIURI ONLINE yomiDy. ,(2015/4/29)
<https://yomidr.yomiuri.co.jp/article/20150429-OYTEW54913/>
- [3] “家庭菜園に関するアンケート結果発表”，園芸 web マガジン アイリス菜園ドットコム
<https://www.iris-saien.com/>
- [4] “家庭菜園がブーム、関連業界も活況 でも 4 割が「1 年続かず」”，産経新聞，(2010/5/16)
- [5] “好きな野菜 7 年連続で 1 位「トマト」”，農業協同組合新聞（電子版），(2017/1/27)
<http://www.jacom.or.jp/yasai/news/>
- [6] 都立農業高校監修，“はじめての野菜づくり”，新星出版社，(2005)
- [7] 三枝敏郎著，“農業のスキルが誰にも詳しくわかる本”，東洋書店，(2012)
- [8] “収穫時期から探す（春夏秋冬）野菜”，住友化学園芸
<http://www.sc-engei.co.jp/plant/vegetable>
- [9] “「食」を通じて学んでみよう”，古賀市オフィシャルサイト
<http://www.city.koga.fukuoka.jp/cityhall/work/kyushoku/>
- [10] 石井真人，近藤邦雄，“チェック柄の嗜好度と嗜好特性の分析”，繊維製品消費科学，Vol.17, No.12, (1996) pp.32-38
- [11] J.L. THOMPSON, M.A. DRAKE, K. LOPETCHARAT, AND M.D. YATES, "Preference Mapping of Commercial Chocolate Milks", JOURNAL OF FOOD SCIENCE, Vol. 69, No. 9, (2004)