

化学資材の低投入化技術の展望

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者	吉川, 宏昭
巻/号	14巻9号
掲載ページ	p. 21-26
発行年月	1991年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



化学資材の低投入化技術の展望

—育種による適合野菜の作出—

吉川 宏昭

1. はじめに

畜力による栽培が多かった頃は十分な労働力と十分な有機質肥料源があり、農薬や化学肥料によるよりは有機質利用による集約な管理が多収性・病虫害予防につながる優れた技術とされていた。しかし、社会情勢の大きな変化とともに労力不足、有機質資材不足、経営の合理化の必要性が生じ、必然的に機械化、農薬・化学肥料多用あるいは土地、施設・資材の高度利用へと大きく変革していった。

昭和30年代後半から大問題へと進んだ連作障害は、野菜・茶試の実態調査結果によると、調査事例541例中65%が病虫害(内57%は土壤伝染性病害)によるものであり、これに対して塩類集積などの土壤の物理化学性の劣化は20% (内9%は要素欠乏等土壤化学性の不良)、原因不明(2%)等その他が15%を占めた。

病害抵抗性育種については、国公立研究機関、民間の育種機関の積極的な取り組みによって、今日までに数多くの抵抗性品種・系統が育成され、低農薬化に貢献している。

土壤の劣化に絡む低化学肥料適合野菜の育種に関しては、病害抵抗性育種よりも要因が更に

複雑であり全く手つかずの状況にあるといえる。生理障害は特定要素の欠乏・過剰によるものが多く、異常気象や高塩類濃度がしばしば発生を助長する。近年、生理障害耐性の育種的な検討が若干始まったばかりであるが、低化学肥料適合野菜育種と共通する点が多いので、双方を絡めて育種の可能性について述べる。

2. 減肥適合野菜育成の可能性

施肥水準と関連した生育異常・品質低下には表1に示すような問題がある。多くは要素過剰、多肥、高塩類濃度による要素欠乏であり、肥料要素の絶対的不足で生ずる場合は少ない。減肥や均衡のとれた施肥で問題の解決が進むと思われるが、無肥料では収量や外観品質の低下は避けられず、収量・品質を下げずにどの位まで減肥できるか、減肥適合性の高い野菜品種育成の可能性があるかは重要な検討事項である。

減肥による増収例は、浅野氏の報告に見ることができる。浅野(1984)は「砂地イチゴの施肥の合理化」に関する研究で、施肥水準を、①慣行施肥(多肥)区、②標準施肥区、③半量施肥区の3水準とし、未熟畑、中熟畑、熟畑での3試験区設定で検討した結果(図1)、イチゴ収量は3試験区平均で、①多肥区100に対して、②標準区106、③半量区105となり、慣行の多肥区よりも減肥の2試験区で増収が見られ、その

増収効果は果数と果重の増加によるとした。また慣行多肥区の減収は窒素過剰によると推定した。なお、同試験は未熟畑では逆に減肥 2 試験区は減収となっている。土壤劣化が連作でどのように進行し、減肥でどのように回復するかは興味深いところである。

表 1 肥料水準と野菜の品質

肥料水準	障害・品質
窒素過剰	ビードロ果(スイカ)、緑条果(メロン)、すじ腐れ果(トマト: NH ₄ -N 過剰)、ゴマ症(ハクサイ: Cu 過剰、Fe 欠で発生助長)、タケノコ球発生助長(レタス: 有機質施用・少窒素では結球性向上)
リン過剰	糖含量低下(イチゴ)
カルシウム過剰	腐敗の増加(タマネギ)
多窒素	尻腐果の発生助長(トマト: 特に NH ₄ -N)、心腐れ(縁枯れ)の助長(ハクサイ: 特に NH ₄ -N)、腐敗球の増加(タマネギ)、貯蔵性低下(ナガイモ: 追肥)、クエン酸含量の増加(メロン)、糖の低下・グルタミン酸の増加(キャベツ)、還元糖・アスコルビン酸の低下(ホウレンソウ)、全糖・還元糖含量の増加(キャベツ: 特に NH ₄ -N)
多リン	糖・酸含量の減少(メロン)
多カリ	尻腐れ(ピーマン: NH ₄ -N は助長)、クエン酸含量の増加(メロン)、糖増加(ダイコン)
多カルシウム	腐敗少(タマネギ)
多窒素・リン	アミノ酸増加(ダイコン)
増リン	糖・グルタミン酸等アミノ酸・カロチノイド色素の増加(トマト)
増カリ	貯蔵性向上(ナガイモ)、有機酸・アスコルビン酸含量の増加・内容成分の充実(トマト)、シュウ酸低下(ホウレンソウ: 増リンと共同作用)
少窒素	糖の増加(キャベツ: 油粕で窒素代替)、辛味増加(ダイコン)
リン欠	糖含量の低下(イチゴ)
カリ欠	すじ腐れ果(トマト)
カルシウム欠	尻腐果(トマト)、肩こけ果・発酵果(メロン)、心腐症(キャベツ: 多 NH ₄ -N は助長、有機物施用で軽減)、芽つぶれ症(サトイモ: 多カリで助長)
マグネシウム欠	果面汚点果(メロン)
富栄養土壌	窓あき、花落不良果(トマト)
減肥料	シュウ酸低下~無影響(ホウレンソウ)
低肥料	糖・リコピン含量等の低下(トマト)
少肥、無肥料	糖含量増加、蛋白質低下(ダイコン)
低培養液	アスコルビン酸含量の上昇(レタス: 尿素有の葉面散布でも)
収穫直前Ca施用	糖の上昇(タマネギ)
無農薬栽培	貯蔵性の低下(タマネギ)

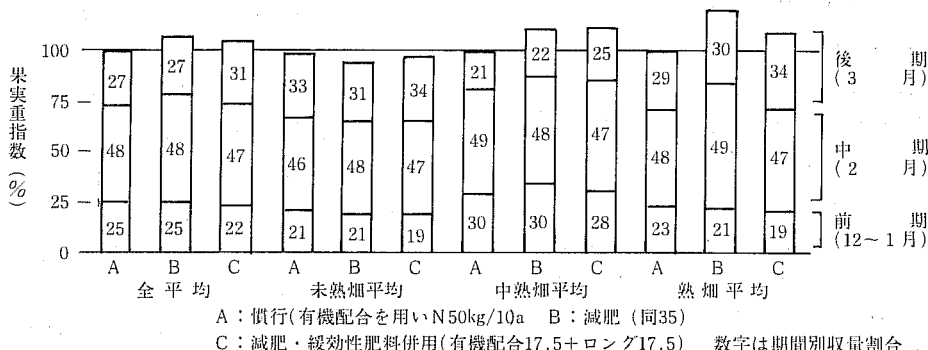


図 1 畑化状態の違いとイチゴの施肥反応(浅野, 1984)

小菅 (1979) は、毎作 3 要素各 2 kg/a (12 作目まで)、1 kg/a (13 作以降) の施用、年 4 ~ 6 回作付けで無堆肥における連・輪作試験を実施した。4 作物の収量は栽培時期で大幅に変動し、連作障害はコマツナではほとんど見られないが、サラダナは年間を通じて強く現れ、シュンギク、ハウレンソウは夏を中心とした高温期に収量低下として現れた。また、コマツナとハウレンソウは 23 作目から、シュンギクは 27 作目から、サラダナは当初から、連作区の収量が輪作区よりも低くなり、サラダナは 23 作目以降連・輪作区とも大幅に下回った (図 2)。また、土壌中の窒素、カルシウム、マグネシウムの動向調査で、12 作目までは無機態窒素が集積し、Ca、Mg は減少、pH は酸性に傾き、EC は高まった。他方、13 作目以降の減肥で無機態窒素は減少へ変わり、pH は上昇、EC は低下、Ca、Mg の施用で Ca、Mg の減少が少なくなり、長期連続処理で効果が高まった (図 3) と述べている。

減肥適合品種の存在の可能性については、直接的な試験報告はないが、施肥水準と収量及び生理障害耐性について品種間差異を見たものが若干見られる。近藤 (1961) はハクサイのホウ素欠乏土壌において、ホウ素欠乏症の発現率に 0

~69% の幅広い品種間差異を認め、愛知系 (0 ~ 2.5%)、加賀系 (12.4 ~ 35.4%)、芝罘系 (22.0 ~ 69.0%) と系統間差もあり、反応に敏感な性質は不完全優勢の多因子支配と推測した。景山ら (1964) はトマト、キュウリの幼植物の生育

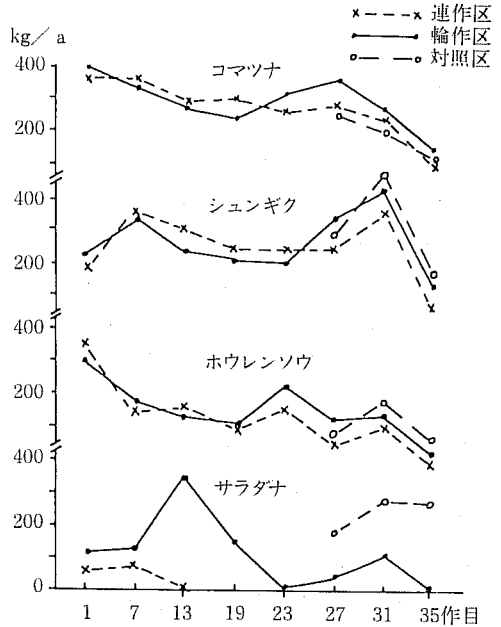


図 2 連作区と輪作区の収量の推移 (3~4月まき、無堆肥) (小菅, 1979)

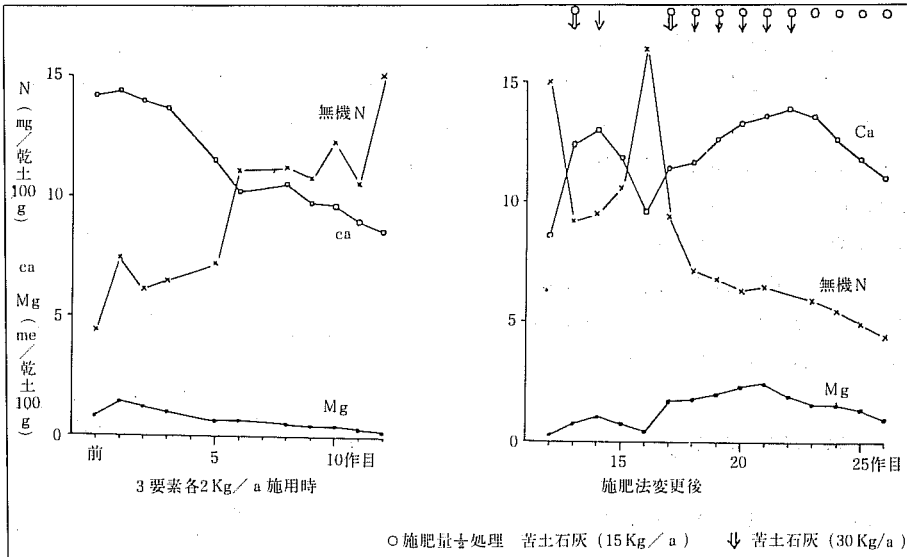


図 3 施肥法の相違と土壌中の N, Ca, Mg の動向 (作土 0 ~ 15 cm) (小菅, 1979)

に対する適正リン酸濃度に品種間差があり、トマトでは‘渡辺交配2号’は15~60 ppm, 同‘栄冠’は7.5~30 ppm が適正濃度であること、キュウリでは春系品種は夏系品種よりリン酸の施用濃度に敏感であるとした。奥田(1945)はリン酸不足に対する適応性は作物の種類で異なることを認めた。品種間差も多少認めたが、品種間差の本質的な解釈は極めて難しいと述べている。大森ら(1966)はイチゴで窒素施用による塩類濃度障害発生に品種間差を認め、障害発生率は‘アメリカ’で最も高く、次いで‘ダナー’、‘宝交早生’の順とした。波川ら(1983)は早魘下のバレイショ栽培で窒素吸収反応に顕著な品種間差異を認め、窒素量に対する増収効果は‘男爵’で劣り、乾燥に強い‘農林1号’で優れたとしている。浅川ら(1984)は低温・多湿で発生し易いキュウリ斑点細菌病は、5葉期の葉中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 含有率が増すにつれて発病率が高まること、成葉のアミノ酸組成は施用窒素の $\text{NO}_3\text{:NH}_4$ 比が50:50では品種間差はないが、100:0では抵抗性品種が罹病性品種よりも高い値を示したとしている。その他、ブルームレス台木キュウリの追肥量:0, 20, 40, 80kg/10aに対して収量の品種差は20kg下で大きく、40, 80kg下で少ない(福島県, 1988); スイカ台木‘ケルン’は初期生育が旺盛で吸肥力があり過繁茂になり易いため、基肥を3割減としその分追肥に廻すのがよい(鳥取県, 1988); レタス‘カルマMR’は少肥型で、他品種が窒素10kg/10aで最高収量を得たのに対し5kgで最高収量を得た(長野県, 1988); などの報告がある。

以上のように、施肥反応の品種間差に関する報告は少なくまた断片的であるが、品種間差の存在は育種の可能性を示すものである。

3. 選抜指標の作成と問題点

育種選抜はいかに環境変異を抑えて安定した形でできるかが育種の成否を左右するので、環境制御が可能な室内型の選抜手法の開発が必要

となる。低投入適合野菜作出についての選抜に関する研究は皆無の状態である。最近、筆者らはハクサイで近年大きな問題となっているカルシウム欠乏症とゴマ症について育種面から検討を進め、室内型の簡易・大量検定法を考案し、育種選抜への利用の可能性を示したので、以下に参考として紹介する。

考案した検定方法(図4)は、ハクサイの生長点側の展開葉を基部から切り取り、その基部を容器に入れた検定溶液に挿し、3時間開放で検定溶液を十分に葉組織内に吸収させた後蓋をして28℃恒温下に置き、数日後に発生した症状の程度を調査して、耐性の強弱を評価する方法である。カルシウム欠乏の縁枯れ症は長い乾燥後の降雨で急に生長する際に多発し、ゴマ症は窒素過剰、銅過剰が主因で発生するとされているので、検定溶液は前者ではEDTA 2 mM, GA_3 10 ppm の溶液(pH 6.0に調整)、後者では大塚ハウス液肥2号($\text{NH}_3\text{-N}$ が主)10倍濃度、同1号標準濃度、銅イオン1 ppm(硫酸銅で)の溶液を用いた。そして、前者では2日後に葉縁に現れた縁枯れ症と小斑点を、後者では4日後に中肋に現れたゴマ斑を程度別に指数付けて調査する。なお、供試材料は径8 cmの鉢に1~2株、1㎡に80鉢が栽培可能で、一般栽培の20~40倍の個体数が扱える。また、栽培は液肥主体の底面給水により管理し、5~6葉期から順次若い展開葉を反復採取して検定できるので個体選抜も可能である。現在、この方法を用いた

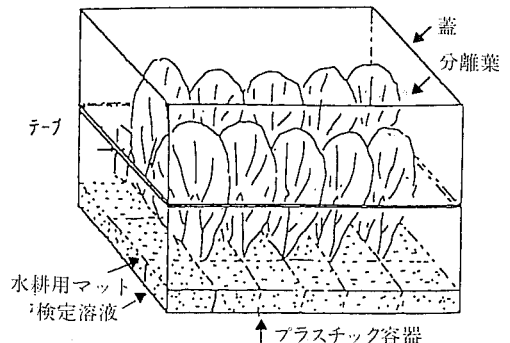


図4 処理法の模式図

多数品種の検定を実施中であるが、これまでに幅広い品種間差異を認めており(図5)、交雑育種も可能と考えている。

以上のように、これまで不可能とされた生理障害耐性育種も簡易検定法の確立によって可能となってきた。低投入適合野菜の育種も同様の検定法の確立が必要と考える。

減肥適合品種の検定は、標準施肥量を基準にした減肥水準における生育量・品質の相対的な差から適合性を評価する形をとると思われるが、その場合自然に近い状態を縮小コピーした室内検定型を工夫する必要があり、培地の種類・組成、栽培管理、評価形質等の吟味が重要となる。特に植物の根は培地組成や土壌水分によってかなり変わるので、いかに環境変異を抑えて遺伝変異を拡幅するかが重要である。例えば、堀ら(1968)はP、K吸収が低根温で著しく抑制されること、山崎ら(1976)は低温伸長性の品種間差異にはO₂、P、Kの吸収力が関与していること、橘(1979)はキュウリで品種によって生育の適正根温が異なること、を述べているように、根温と根の活性制御が重要な場合も考えられる。低投入適合性の評価指標となる形質については、葉色、草丈、生体重、根量、品質等が考えられるが、育種は大量個体を扱うため簡易に計測で

きるものでなければならない。例えば、葉色は品種や栽培法、収穫後の日数による差が大きいとされ、新鮮さを示す身近な指標にもなっている。また、葉色と全窒素含量との間に高い正の相関関係の存在することがコマツナ、キャベツ、ホウレンソウ等で認められている。葉色はカラースケール示度やクロロフィルメーター示度で比較的簡単に表され、両者の間には高い相関関係がある。以上から、葉色は施肥水準適合性評価の一有力指標形質と考えられる。

4. おわりに

低投入適応野菜の育種はこれからというところである。これまで余りにも複雑な要因の関与が育種の妨げとなって研究が進まなかったものと解される。しかし、問題は深刻になりつつあり、育種への期待が高まっている。そのため、育種の可否は、複雑な要因を克服した高精度の簡易・大量検定法の確立如何にあると言っても過言ではない。優れた検定(評価)法の確立は育種素材の探索、遺伝様式の解明、効率的な育種等を可能にする。発達した環境制御・計測・情報処理機器や化学資材の利用と発想の創意工夫によって研究が深化することを期待して終わりとしたい。

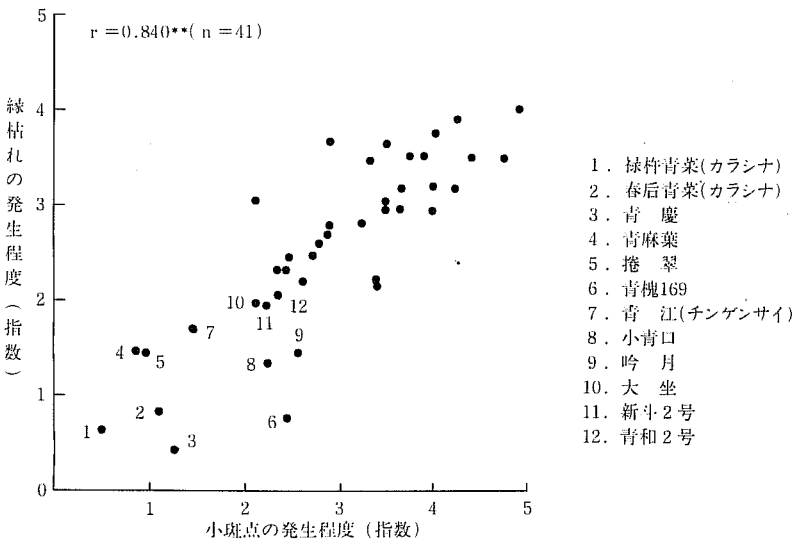


図5 ハクサイ類のカルシウム欠乏症抵抗性の品種間差異

なお、当場の浅野次郎品質評価研究室長、保科次雄土壤肥料研究室長には多くの資料提供を受けた。ここに記して感謝申しあげる。

(野菜・茶業試験場 育種第4研究室長)

主要参考文献

- 1) 浅野次郎(1984) 農耕と園芸, 39(10): 96~97
- 2) 景山美葵陽他(1964) 園試報告, A 3: 61~75
- 3) 近藤雄次ら(1961) 農園及び園芸, 36: 1665~

1666

- 4) 全国野菜技術研究連絡協議会編集(1979) 野菜の連作障害と対策, 園芸技術, 6(10) 臨時増刊号, 全国農業普及協会: pp 275
- 5) 相馬暁(1988) 品質アップの野菜施肥, 農文協: pp 228
- 6) 橘(1979) 園学要旨, 54春: 230~231
- 7) 野菜試験場(1978) 野菜における連作障害の現況, 野菜試研究資料, 5: pp 89
- 8) 野菜試験場(1984~1991) 野菜試験研究成績概要集(公立)