

応用研究論文

腎臓病透析患者にやさしい低カリウム野菜の栽培研究と商品化戦略

佐藤幸徳¹, 小川敦史²

¹ 秋田県立大学 地域連携・研究推進センター

² 秋田県立大学 生物資源科学部 生物生産科学科

腎臓病透析患者はカリウム摂取量が制限されており、カリウム含有量の多い野菜の摂取が制限されている。その結果、野菜成分に含まれる栄養素を摂取することができないことによる健康上の弊害や家族とは別メニューの食事になるなど、いわゆる生活の質(QOL)の面で問題があった。その問題を解決するために、通常のものに比べてカリウム含有量の少ない「低カリウム野菜」の栽培方法を確立した。その結果、従来の栽培法に比較して1/4から1/7までのカリウム含有量まで削減することができた。確立した栽培方法は至って簡単なものであり栽培現場に取り入れやすい手法であるが、それまで誰も着想していないものである。この研究は特許化され3件の発明となっており13の会社などに実施許諾されている。現在主として低カリウムレタスが全国およそ1000店およびインターネットで販売されるに至っている。

キーワード: 水耕栽培, 低カリウム野菜, 低カリウム葉菜, 低カリウムレタス, 腎臓病, 透析患者

一般に産学連携において成功する第一要因はシーズ側の研究者の関与度と言われている。しかしながらニーズ側の事業者の要求もあり、営業面も含めはじめからシーズ／ニーズがマッチングしているとは限らないので、研究者と事業者間の調整、総合的な演出と全体計画推進機能が必要で、これらをコーディネーターが行うこととなる。いかに研究者を支援するかが重要になってくる。

本稿で紹介する小川ほかが発明した「低カリウム含有葉菜栽培技術に関する発明」(小川, 田口 2006; 小川, 江口, 田口, 豊福 2009; 小川, 豊福, 池田, 宇塚 2012)は、腎臓病患者に朗報をもたらすものとして、これまでマスコミのとりあげた数が100件以上、引き合いが26都道府県及び米国・台湾の海外を含め70件ほど、技術移転先が10の都府県で13顧客となり大きな反響を呼んでいる。

本稿では、低カリウムハウレンソウ栽培技術から始まった研究成果がレタス等栽培技術へと広がりを見せ、多くの企業に技術移転され、水耕による植物工場で栽培され事業として発展していくプロセス(図1)を紹介するとともに、今後の課題と方向性についても言及する。なお、これらの野菜は機能性野菜、付加価値の高い野菜として植物工場の栽培アイテムとしても好適とされ、腎臓病患者にとっては、QOL(生活の質)向上、便秘の改善などに有効とされ医療関係でも注目され始めている。また、この栽培法によれば通常の栽培に比較してカリウム含有量は1/4程度となり、技術移転先企業によっては最適化をはかることによって1/7程度まで低くなっている。また、植物工場で栽培される野菜の中でレタスが多い理由として、比較的需要が高く、栽培期間が短く、栽培が容易なことなどが挙げられる。

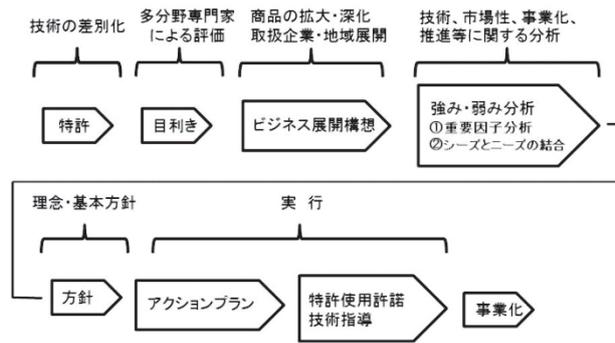


図1 事業化までのプロセス

腎臓病患者の現状と食生活

2011年時点で、世界の腎臓病透析患者数は約216万人であり1980年からの30年間で約13倍に増加している(Care 2011)。日本では、2013年末で腎臓病透析患者数は314,180人となっている(日本透析医学会 2013)。日本腎臓病学会によると、日本での20歳以上において慢性腎臓病と定義されるGFR(糸球体濾過率)が60 mL/min/1.73m²未満の人は約1926万人(18.7%)、GFR(糸球体濾過率)50 mL/min/1.73m²未満の人は418万人(4.1%)いると言われている。腎臓病は自覚症状が少ないため、その予備群を含めると世界ではその患者は数億人いると推測されている。また、日本において透析に至る原疾患の中で糖尿病性腎症の割合が約4割を占めており(日本透析医学会 2013)、食生活の変化に伴う世界の糖尿病患者数の増加を鑑みると、今後も世界の透析患者数が増加することは容易に想像される(Atkins and Zimmet 2010)。

腎臓病透析患者は、体内のカリウムを十分に排出することができないために、カリウムの摂取制限を行わないと不整脈により心不全を起こす可能性がある(出浦 2002)。そのため、腎臓病透析患者は1日のカリウム摂取量を1,500~2,000 mgに制限されている(小川と小野 2005)。カリウムは食事から体内に摂取される。特に、日常で私たちが食べている野菜は多くのカリウムが含まれているため、腎臓病透析患者は野菜の摂取、野菜を摂取する際には水にさらしたりゆでたりしてカリウムを除去する必要がある。野菜を水にさらす、またはゆでる方法を用いると、新鮮重当たりのカリウム含有量を減少させるこ

とはできるが、カリウムを完全に溶脱できるわけではなく、その一部を除去できる程度である。例えば、ホウレンソウでは新鮮重1g当たりのカリウム含有量は生葉で7 mg、ゆでた葉では5 mgである(香川 2002)。さらに、水にさらしたりゆでたりすることにより、カリウム以外のミネラルや水溶性ビタミンが溶脱や分解する。さらに野菜には多くの食物繊維が含まれるが、腎臓病透析患者は野菜摂取が制限されているため食物繊維不足になり、便秘に悩まされることが多い。このように野菜摂取を制限することによる弊害が多くある。

低カリウム野菜の栽培方法の確立に関する研究

このような腎臓病透析患者の食生活を踏まえると、一定新鮮重に含まれるカリウム含有量のできる限り少ない野菜、従来のものと比較してカリウム含有量が少ない「低カリウム含有量野菜」を栽培することが可能になれば、カリウムの摂取量を少なくした方がより腎臓病透析患者のQOLの向上に貢献すると考えた。一方で、カリウムは植物の必須元素の一つであるので(山崎、杉山、高橋、茅野、但野、麻生 1993)、植物体内のカリウムを過剰に減少させることは、植物体内の恒常性の維持が不可能になり、生育障害を起こす(高橋、前嶋、岡崎 1997; Tomemori, Hamamura, Tanabe 2002)。したがって、カリウム欠乏による生育障害を起こすことなく、通常栽培と同じ生育を示しながら、かつ従来の栽培方法で栽培したものよりカリウム含有量の少ない野菜の栽培方法を確立することを目的とした。

試験材料として葉菜類で比較的カリウム含有量の多いホウレンソウを用い、水耕法によって栽培した(小川、田口、川島 2007)。「栽培期間を通して水耕液中のカリウム施肥を制限した処理区」と「栽培期間の途中から水耕液中のカリウム施肥を制限した処理区」を設定した。「栽培期間を通して水耕液中のカリウム施肥を制限した処理区」と比較して「栽培期間の途中から水耕液中のカリウム施肥を制限した処理区」でのカリウム含有量の減少が大きく、対照区では新鮮重1gあたり7.97 mgであったカリウム含有量が、栽培期間の途中からカリウム制限した処理区

では 1.71 mg で 79% の減少が認められた (図 2) . このときカリウム施肥量を減少させた各処理区において, 収穫時の可食部の新鮮重, 葉数, 含水率, および葉緑素計値は対照区と比較して有意な差は認められなかった (表 1) . この結果, 栽培期間の途中から養液中のカリウム施肥量を制限することにより, 可食部の生育を維持しつつ, 収穫時のほうレンソウ可食部のカリウム含有量を減少させることが可能であることが明らかになった.

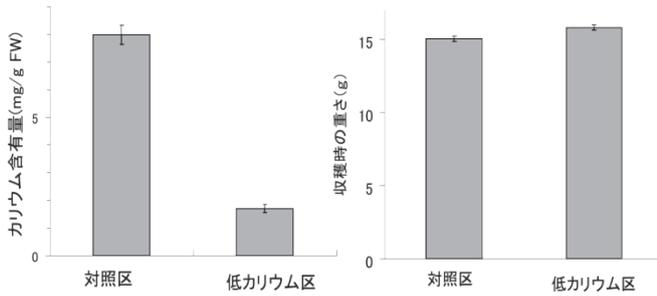


図 2 低カリウム処理がほうレンソウのカリウム含有量 (左) と新鮮重 (右) に与える影響. 各値は, 新鮮重 1g あたりに含まれるカリウム含有量および新鮮重, 図中の縦線は標準誤差を示す. *** は, t 検定で対照区と比較して 0.1% 水準で有意差があることを示す. 小川ら (2007) より改変引用

表 1 低カリウム処理がほうレンソウの新鮮重, 葉数, 含水率, 葉緑素計値に与える影響

	対照区	4WOK区
新鮮重(g/株)	15.1 ± 1.97	15.8 ± 2.26
葉数(枚/株)	14.4 ± 0.87	14.0 ± 0.316
相対含水率(%)	92.9 ± 0.24	93.1 ± 0.279
葉緑素計値	43.5 ± 1.46	43.7 ± 1.30

各値は平均値±標準誤差を示す.

両処理区間で有意な差は認められなかった.

小川ら (2007) より改変引用.

栽培方法を他の葉菜にも適応できるか検討した (Ogawa, Eguchi, Toyofuku 2012) . リーフレタス (図 3-A), サンチュ (図 3-B), コマツナ (図 3-C) の各植物において, 収穫時の各処理区におけるカリウム含有量は対照区では新鮮重 1g あたりそれぞれ 3.93 mg, 3.71 mg, 4.23 mg であった. 一方低カリウム区では, それぞれ 1.03 mg, 1.54 mg, 1.32 mg と有意に減少し, それぞれ対照区の 28%, 42%, 31% であった. このとき新鮮重, 乾物重, および含水率は, 対照区と比較して低カリウム区では, 各指標において

有意差が認められなかった. この他にも水耕栽培が可能な様々な葉菜において可食部の生育を維持しつつカリウム含有量を減少させることが可能であることが明らかになっている.

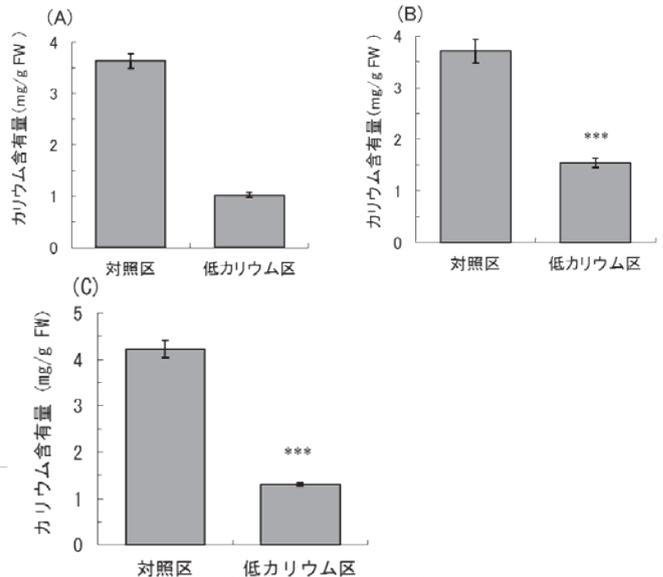


図 3 低カリウム処理がリーフレタス (A), サンチュ (B), コマツナ (C) におけるカリウム含有量に与える影響

低カリウム野菜に期待されるメリット

そもそも野菜を制限され食することができなかった人が, 野菜を食することによって失われた栄養素の摂取を回復することができる, という大きなメリットである.

内田は CKD (慢性腎臓病) 進行阻止のための戦略の中で, 腎障害の進行抑制のために最も重要であると考えられているのが, 高血圧と蛋白尿のコントロールであるとし, 加えて, 代謝性アシドーシスや高カリウム血症の是正も重要である, と指摘している.

高カリウム血症の治療としてはカリウムの摂取制限や便秘の改善による消化管からのカリウム排泄を阻害しないこと, イオン交換樹脂投与による消化管のカリウムの吸着・排泄などがあるが, 低カリウム野菜の生食は自然なかたちで便秘改善に役立ちカリウム排泄に役立つ.

さらに期待される大きなメリットとしては便秘が改善するほか QOL の改善, すなわち, 野菜摂取の制限あるいは禁止が緩和されて, 食生活が改善され

るとともに、ストレスが減る、家族と同じ料理が食べられる、家族団らんの機会・楽しみが増える、といったことが挙げられる。

低カリウム野菜の商品化戦略

戦略の第一番目は、計画を俯瞰的に行うことである。古い言葉に「着眼大局着手小事」というのがあるが重要なキーと考えられる。俯瞰的な検討や考察は、思考を拡大させ、「知識の引き出し」として必要に応じセールストークに活用することができ、顧客と議論し、信頼を得るのに有効である。

この俯瞰的計画は、研究初期の低カリウムホウレンソウから低カリウムレタスなど他の葉ものへの拡大へとつながった。また水耕養液の種類を選択することにより他の微量元素を増加させる機能性野菜の発想へと発展した。このように養液の種類を変えて新しい機能を自在に設計できる可能性から、この作業を「バイオデザイン™」と名付け、また生産物の野菜はサプリメントのような効能・作用が期待できることから「サプリメントベジタブル™」と名付けて顧客に対するプレゼンにおいて印象付けを狙った。

戦略の第二番目は、特許化による技術の差別化を図ることである。栽培法に関する特許化は特許侵害に対して侵害立証を行うむずかしさや大学なるがゆえに論文発表（公開）を行う必要性から特許としての完成度にややもすると難点があるが、実施者に対してわかる形で差別化をはかった。

戦略の第三番目は、報道関係者への PR をこれまで以上に積極的に行うことである。

低カリウム野菜は、CKD 患者を対象としているのでニッチな市場である。それゆえ栽培者のみならず患者、そのご家族、医療関係者など関係者に知っていただく必要がある。

戦略の第四番目は、6次産業化による展開である。ちょうど2011年頃から国の6次産業化の推進が始まり、水耕栽培は、植物工場や栽培キットの必要性から2次産業との結びつきが必須であること、また低カリウム野菜というニッチな市場を考えると流通の工夫が欠かせない。当初この発想はなかったが技術

移転化活動の中で企業との連携の中で強化して行った。

なお、6次産業化は第1、第2、第3次の産業構造を一連のシステムととらえて事業展開することによりスピード感をもって相乗効果を得る可能性がある。さらに、筆者らは4次産業という考えもあえて挙げている。これは知的活動による産業、社会における知的組織・制度がもたらす産業をいい、いずれも1、2、3次産業に還元されると考えるが、むしろこれら産業を効率的に有効に運用する産業と言える(図4)。前述の俯瞰的な計画性と、この4次産業の発想による新しい仕組みの概念は、後述する将来の課題につながっていくことになる。

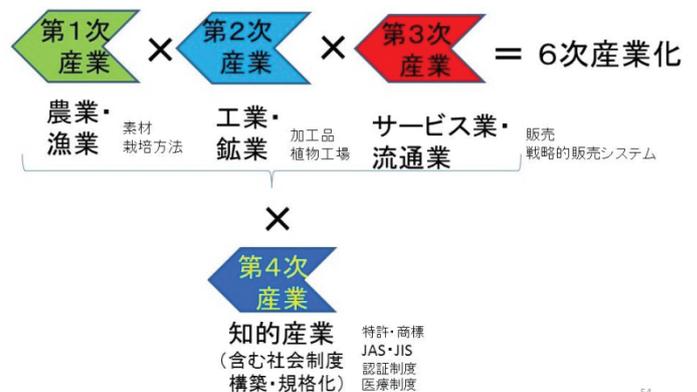


図4 産業構造と相乗効果

初期の発明「低カリウムホウレンソウの栽培方法」の技術移転のための活動

技術移転のためには企業側の立場に立ってこの技術を評価する必要がある。事業化にいたるまでには通常三つの関門、すなわち「技術の関門」、「製品の関門」、「事業の関門」があるとわれ、これらの関門ごとに現状の強み、弱みを評価分析して、これらの関門を突破するための方法を検討することは極めて重要であると考え以下のように実施した。

三つの「関門」突破の活動

「技術の関門」には「技術評価の段階」と「その技術の PR 段階」があると考えた。「技術評価の段階」として、外部機関を活用した客観的評価を行った。具体的には、当時秋田県が行った事業のひとつ

として存在していた「あきた知財目利き委員会」を活用した。また、野菜や野菜の加工に明るいコンサルタント、農工大ティール・エル・オー（株）との連携（秋田県立大学と同様の分野を有し、歴史的にも古く、技術移転の実績も高く評価されていた）、バイオジャパン（1986年から開催されている、わが国で最も歴史のある国際総合バイオイベント、秋田県立大学は2008年に低カリウム野菜を紹介）、などの活用を行った。

次に、「その技術のPR段階」として、情報の積極的な投げ込み活動を、まず秋田県内のマスメディアであるNHK, ABS秋田放送, 秋田魁新聞などへ、さらに全国的には農業雑誌, 医療食品・機能性食品関連雑誌などへ行った。

「製品の関門」では、製品として家庭用水耕栽培キット, 植物工場パイロット規模での栽培試験の計画を行った。これらは、実際には大学では行わず企業側に働きかけた。栽培品, キットのコスト試算とそれに基づく課題の抽出を行い企業との議論に備えた。

「事業の関門」として、大学では事業化は行わないので、適切な連携企業の探索, 販売ルートの検討, 市場規模, 採算性の検討などを行った。

以下に代表的な活動を紹介する。

目利き

技術評価の中でも「目利き」がもっとも重要であるが、しかし難しい、とされる。幸い「あきた知財目利き委員会」では、弁理士, 1次, 2次, 3次産業のそれぞれの専門家, 行政から成る8名のメンバーで構成されており、低カリウムホウレンソウの栽培方法の発明（シーズ）の潜在能力の「目利き」を行った。発明の評価として、発明の強さ（新規性, 進歩性など）、産業化の期待度（応用・製品化の確立, 経済効果, 特許収入の期待）があったが、評価結果は大, 中, 小のうち「中」であった。その時の専門家のコメントは貴重であったが事業化が期待できる業種として、水耕栽培企業へのライセンス, 大学発ベンチャーによる家庭用水耕栽培装置の製造販売, ミネラル量制御技術としての事業, 医療系食品メーカー, 病院向け食材加工センター, などへの技術移

転が挙げられている。これらの中から優先順位をつけてさらなる活動へと結びつけた。

ビジネス展開構想

「低カリウムホウレンソウの栽培技術」を起点として、上述のコメントなどを参考にビジネス展開構想を行った。今後の栽培品目としてまず低カリウム野菜の品目の拡充, 次にさらなる機能性野菜への発展を行う, とした。次に研究レベル（大学）から開発商品化（企業）への発展, 応用商品・サービスとして、家庭用水耕栽培キット, 植物工場, などがある。また、これら取扱い企業, 地域も数社・数地域重点主義から拡充へと進めることとした。以上の概念を図5に示す。

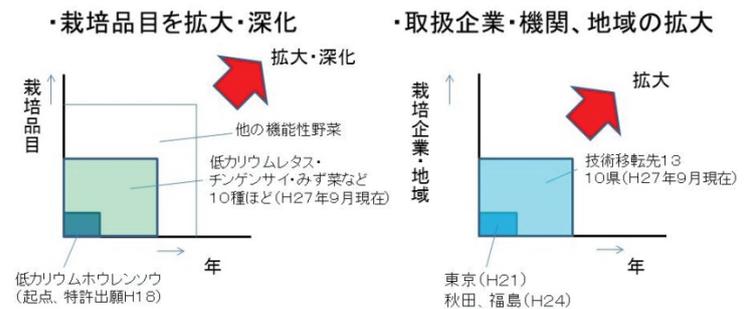


図5 低カリウムホウレンソウを起点とした機能性野菜も含めたビジネス展開構想（実際はもっと複雑であるが模式的に示す）

「重要因子分析」と技術移転・事業展開における評価

発明・技術, 事業化の評価, 推進などに関する分析には様々な手法が考案されているが、この手法もそのひとつである。

評価項目（重要因子）は大項目として7つ, 大項目に対してさらにそれぞれ中項目として4つ, 中項目に対してそれぞれ小項目として4つから5つある。筆者が技術移転に先立って評価をしたものであり, 詳細は割愛するが, 結果として大項目の評価をリーダーチャートにして図6に示す。

これによれば, シーズ発掘・技術評価・技術育成, 市場開拓・市場参入計画, 知的財産に関する評価は“良”のスコアであるが, ライセンシング, 技術開発

支援, 企業の事業計画支援, 企業に対する公的な事業推進支援に対する評価は“可”のスコアである. “可”の評価項目を強化する必要がある, 適切な企業の探索, 企業支援, 共同研究, アライアンスの可能性の追求, などが必要となった.

先あるいは共同研究先を緊急に求めることが設定され, 移転先想定企業として, 大企業の場合, 野菜工場所有企業, 野菜流通企業, 中小企業として水耕栽培キット企業が考えられた (図7).

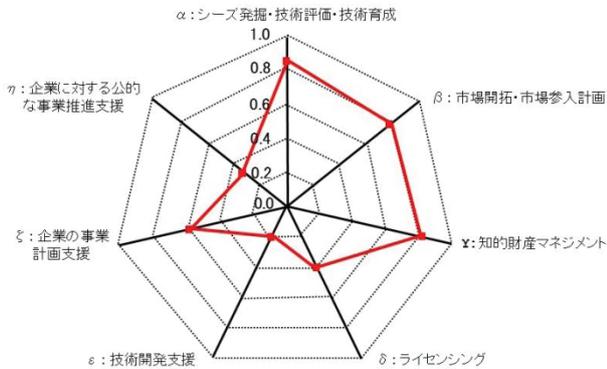


図6 技術移転に関する重要因子分析

シーズとニーズの結合 (SN 変換)

ここではシーズとしての技術が持つ強み, 市場性及び特長的機能を市場・製品ニーズに結び付ける場合に必要戦略目標をたてる. この場合, 技術移転

分析と方針・アクション

以上の分析から, 方針をたて, アクションを定めた. 方針として, 「困っている人が, お手軽な価格で, いろいろな種類の葉菜を, どこでも手軽に入手できる」という理念のもと,

- ・技術移転条件としては非独占とし, 移転先企業には企業間で競争, 努力をしていただく.
- ・企業には試作にとどまらず, あくまで事業化を目指していただく, そのためには特許の実施許諾のみならず, 可能な限りの技術指導・助言(栽培のみならず施設関連情報も含めた)を行う.
- ・適切な先導的企業の探索をまず重点的に行い育成する.

技術(シーズ)			シーズ		市場・製品(ニーズ)							戦略目標	
他類似野菜への応用技術	家庭用栽培キット化技術	栽培技術	特徴的な機能	ニーズ	低カリウムホウレンソウ	低カリウムチンゲンサイ	低カリウム小松菜	低カリウムレタス	家庭用栽培キット	野菜工場	競争優位性を確保するための機能(技術)の育成目標とアライアンスの必要性	開発期限	
○	○	◎	味, 収穫量に悪影響せず, カリウム成分のみを選択的に1/4~1/3に低くする技術		◎				◎	◎	技術移転先あるいは共同研究先を緊急求む	21.3	
			同上技術を類似野菜へ適用する技術			○	○	○			ファンドあるいは共同研究先が見つければ実施	未定	
			同上技術活用を家庭用栽培キット						○				
			同上技術活用を野菜工場							○			
○	○	◎	独自性・独創性	技術の強み技術の市場性 製品の強み業界動向と市場性	機能・性能面での差別化	◎							
○	○	○	既存技術に対する優位性		購買物流面での優位性	—							
△	○	○	特性の安定性・再現性・耐久性		製造面での優位性	○							
△	△	○	新技術の成熟度(更なる育成が必要?)		出荷物流面での優位性	—							
△	○	○	研究者の支援体制(協力的か?)		販売・マーケティング面での優位性	△				△	△		
△	○	○	知財の権利化保護(特許権の強さ)		サービス・メンテナンス面での優位性	—							
—	—	—	学会・業界の注目度(業界ニーズが明確か?)		業界での市場規模とその発展性	◎							
△	○	◎	社会・企業ニーズや将来のトレンドに合致		業界競合他社状況と参入タイミング	△							
△	△	△	技術の模倣が困難		業界の参入障壁と獲得シェア予測	○							
○	○	○	製品イメージが明確(顧客満足度は?)		異業種・異分野への市場参入可能性	△							
△	○	○	新技術のコスト面での優位性		投資効果の判断(事業性の見直し)	○							
△	△	○	技術の応用範囲が広い										
			重要度と優先順位										

技術移転行動計画		
現状	ライセンス発掘中	○
移転先想定企業	ベンチャー企業	
	中小企業	水耕栽培キット企業
知財	大企業	野菜工場所有企業 野菜流通企業
	要求されるポテンシャル	特に高度というほどではない
行動計画	独占特許権 knowhow	可能

図7 シーズとニーズの新結合 (SN 変換)

アクションとして、

- ・ 県内企業に対する打診（A 社；キット，Y 社；植物工場，K 社；ユニークなビジネスモデル）とさらに県外企業へのアプローチ。
- ・ 顧客に総合的情報提供（栽培，流通，ビジネスモデル，経済性→農，工，商関連の結びつき）
- ・ 積極的な企業への協力（研究者，大学など知名度を活用いただく，ファンド申請への支援など）。
- ・ ビジネス展開構想に沿った研究者による研究実施。



図 8 技術移転先の状況（秋田市の鎌田グリーン薬局の例）

6 次産業化とのかかわり

農業とは，広辞苑によれば，「地力を利用して有用な植物を栽培耕作し…」とある。本発明による栽培法の実現は，水耕栽培のみにより精度よく実現されるものであり，そのための装置が必要となり，必然的に 2 次産業との連携が求められる。

消費者へ届けるための，流通・サービス機能に対しては，企業を通してさまざまな形で支援することができる。例えば，大学の知名度，研究者の知名度の活用，有名デパートにおける厳しい商品評価と展示会を通しての市場参入，医療関連研究会などの発表を通しての PR 効果の活用である。

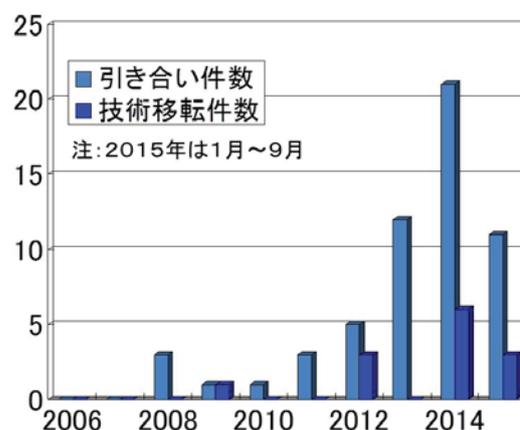


図 9 引き合い，技術移転数の推移

活動の成果と考察

以上の活動を通して下記の成果が得られている。

(1) 「低カリウムホウレンソウの栽培方法」の発明を起点とした技術移転活動は，その後企業との共同研究成果である発明も含みさらに二つの発明につながった。

(2) 低カリウム野菜に関するユーザーの反響は大きく，取扱企業も増えている。すなわち，マスコミの取り上げは 100 件以上，企業などによる本技術の引き合いは約 70 社，技術移転数は 13 件である（2015 年 9 月末現在）（図 8，図 9）。

(3) その主な理由は以下に要約される。

- ・ 低カリウム野菜は植物工場において付加価値の高い好適な栽培アイテムである。
- ・ 発明技術のコンセプトが単純明快である。
- ・ 第 3 次植物工場ブームが後押しした可能性がある。
- ・ 「健康の維持向上」という国民的課題解決手段の方向性に合っている。
- ・ 困っている人の役に立ちたい，という共感がある。
- ・ 俯瞰的な計画，戦略的活動が研究者，コーディネーターなど関係者によってなされたこと。
- ・ 比較的初期の段階において，よき企業のパートナーとしての技術移転先企業にめぐり会えた。

- ・6次産業化については発明自身が農工連携でないと実現できないものであり、企業側に対して適切な助言を行い、企業支援を通して6次産業化を図ることができた。
- ・シーズ発現から事業化までの困難、つまりそれぞれの関門突破、胸突き八丁をどう乗り越えるか（いつこの事業から手を引くか、注力するかの着地点の見通し）の、まさに“S”字カーブをあきらめずに粘り強く克服して行った。

なお、これらの活動はまだ継続中であるが、計画に従い、現在はさらに、亜鉛や鉄増強野菜などの機能性野菜の栽培法に関する研究が進められている。

今後の課題と将来にむけて

以下のような課題が考えられる。今後とも関係者と連携を図り、解決にむけて取組んでいきたいと考えている。

- ・持続的産業としての維持・発展（さらなる採算性の向上）
- ・関連研究の推進（低カリウム野菜を含めた機能性野菜関連技術の深化・拡大）
- ・医療への貢献

そのための対応として以下が考えられる。

- ・研究会、協会、協議会など関係者の共通プラットフォーム構築の検討
- ・技術的改善（省エネ、歩留まりの向上、栽培アイテムの拡大）
- ・低カリウム野菜に関する医療制度的しくみの検討

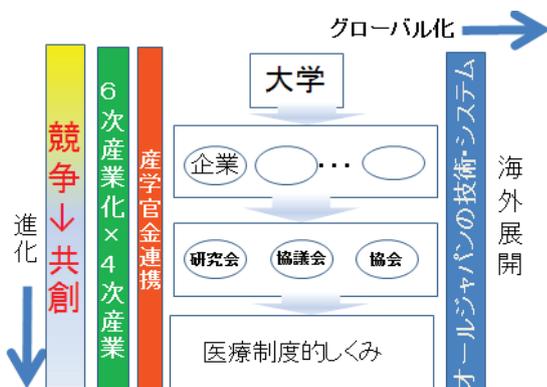


図10 将来方向の構想

「全国低カリウム野菜研究会」発足にむけて

以上の課題の中で、まず研究会を立ち上げるべく準備に入っている。これは低カリウム野菜の普及を図ることを目的に、全国の患者の方々やご家族、医療関係者、栽培関係者などを対象に声をかけさせてもらうもので、本誌が発刊される頃には研究会が設立されているはずである。

医療制度、海外展開を念頭に置いた将来構想

現在の日本の医療制度では、医師の診断にもとづいて薬の処方がなされ、患者本人の薬代負担は保険制度によって軽減されている。将来、低カリウム野菜が、例えば管理栄養士によって指定されたら薬代と同じような考え方で費用負担が軽減されるような医療制度的仕組みの検討はできないものだろうか。そのためには、当然CKD進行が抑えることができる、などの医療的エビデンスも必要になるかもしれない。また、低カリウム野菜出荷の条件を定めた認証システムも必要となるかもしれない。特定食物を摂取することにより未病や病気の進行抑制に役立つことになれば医療費抑制にも寄与できるはずだ。

さらに将来の可能性として、これら日本で育成された低カリウム野菜が世界の多くの困っている人たちにも提供できるように海外展開できれば関係者の喜びと考える（図10）。

まとめ

本稿では「低カリウム野菜」技術の事業化へのプロセスを紹介した。読者の一助になれば幸いである。

この中で、本発明の「潜在的事業化能力を引き出す」ことができた「企業パートナー」に早期に巡り合えたことは極めて重要であったと思う。事業化の成否は、研究者の関与度が重要なことは既に述べた。また、その時代の背景や個々の成功のための努力があることはもちろんである。しかしながら関係者の「熱意」と顧客の「共感」を得ることが重要である。

また、低カリウム野菜について、人工透析を受け始めた50才くらいの女性からの切実な電話の訴えを筆者は忘れられない。「お通じがなく本当に苦し

い。家族と一緒に野菜も食べることができない。クリニックの先生も高名な方なのに、低カリウム野菜をご存じない。どうすればすぐ手に入るのでしょうか」。

著者らは「医食農同源」という言葉を唱えている。まさに、食は医に通じ、農は食に通じる。

今後はさらに多くの関係者に相談し、支援と協力を頂きながら、まだなし得ていない課題や構想実現に取り組んでいきたいと考えている。

文献

Atkins, R.C. and Zimmet, P. (2010). Diabetic Kidney Disease: Act Now or Pay Later—World Kidney Day, 11 March 2010. *Therapeutic Apheresis and Dialysis* 14 (1) 1-4.

Care, F.M. (2011). *Annual Report 2011*.

出浦照国 (2002). 『腎不全が分かる本—食事療法で透析を遅らせる』日本評論社.

香川芳子 (2002). 『第五訂 食品成分表 2002』女子栄養大学出版部.

日本透析医学会 (2013). 『図説わが国の慢性透析療法の現状, 2013年12月31日現在』社団法人日本透析医学会統計調査委員会. 3-12.

小川敦史, 江口敬子, 田口悟, 豊福恭子, (2009). 「低カリウム葉菜およびその栽培方法」, 特許公開 2011-036226

Ogawa, A., Eguchi, T. and Toyofuku, K. (2012). Cultivation methods for leafy vegetables and tomatoes with low potassium content for dialysis patients. *Environmental Control in Biology* 50 (4) 407-414.

小川敦史, 田口悟, (2006). 「低カリウムホウレンソウおよびその栽培方法」, 特許第 4792587 号

小川敦史, 田口悟, 川島長治 (2007). 「腎臓病透析患者のための低カリウム含有量ホウレンソウの栽培方法の確立」『日本作物学会紀事』76 (2) 232-237.

小川敦史, 豊福恭子, 池田貴子, 宇塚和夫, (2012). 「低カリウム野菜の水耕栽培用肥料及びその肥料を用いた低カリウム野菜の水耕栽培方法」,

特許第 5300993 号

小川洋史, 小野正孝 (2005). 『透析ハンドブック—よりよいセルフケアのために (第3版)』医学書院.

高橋英一, 前嶋一宏, 岡崎美晴 (1997). 「カリウム供給量をかえて土耕栽培した葉菜類に対するナトリウムの施用効果」『日本土壌肥料学雑誌』68 (4) 363-368.

Tomemori, H., Hamamura, K. and Tanabe, K. (2002). Interactive effects of sodium and potassium on the growth and photosynthesis of spinach and komatsuna. *Plant Production Science* 5 (4) 281-285.

山崎耕宇, 杉山達夫, 高橋英一, 茅野充男, 但野利秋, 麻生昇平 (1993). 『植物栄養・肥料学』朝倉書店.

内田俊也 「CKD における高尿酸血症の最新知見」
http://www.urinorm.jp/current_topics/hyperuricemia/pdf/uchida.pdf

〔平成 27 年 11 月 30 日受付〕
〔平成 27 年 12 月 10 日受理〕

The Cultivation Method and the Commodification Strategy of the Vegetables with Low Potassium Content for Kidney Disease Dialysis Patients

Yukinori Sato¹, Atsushi Ogawa²

¹ *Science and Technology Integration Center, Akita Prefectural University*

² *Department of Biological Production, Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University*

Regarding kidney disease dialysis patients, potassium intake is limited, and the intake of vegetables with much potassium content is limited. A dialysis patient cannot take in the other nutrients that are included in vegetables. In addition, they must eat meals, which are different from a healthy family. As a result, their quality of life (QOL) decreases. To solve these problems, we studied the cultivation method of "vegetables with low potassium content" in comparison with normal vegetables. As a result, the potassium content decreased from a quarter to one-seventh in vegetables cultivated by the conventional method. The established cultivation method is a technique that is easy to adopt but has not been created. This study is patented as three inventions, and the licensing agreement has been entered into with 13 companies. The lettuce with low potassium content has been sold in approximately 1,000 stores all over the country and is available through online shopping now. In this report, we describe the process of the cultivation technology, strategic commodification, and possible subjects in the future. In this report, we describe a process of a cultivation technology and the commodification and a future problem.

Keywords: dialysis patients, hydroponic culture, kidney disease, vegetables with low potassium content