

研究報告

北海道産作物の機能性研究からアグリ・フーズ産業活性化

西村 弘行

北翔大学・北翔大学短期大学部名誉教授

抄 録

食料生産基地北海道の課題は付加価値率が全国的に低く、特に脆弱な農業・食品（アグリ・フーズ）産業の活性化が求められている。永きにわたる道産作物の健康機能性研究（抗酸化作用・抗動脈硬化・血小板凝集抑制作用・血圧上昇抑制作用・血糖上昇抑制作用・記憶障害改善作用・男性ホルモン増加作用などの生活習慣病予防研究）の成果を活かし、アグリ・フーズ産業の活性化について研究を行った。アグリ・フーズビジネスには、市場のニーズを考慮した製品開発に有用な技術経営能力が重要であることを明らかにした。

キーワード：農業・食品、健康機能性、技術経営、大学発ベンチャー、産学官連携

I. はじめに

近年日本政府は、デフレ脱却策として大胆な金融緩和を日銀に圧力をかける形で打ち出した。しかし赤字国債が1,100兆円と拡大する中、国民への生活安定の道が本当に実現できるのか疑問視する向きもある。過去、旧北海道開発庁を代表として、多額の公共事業（赤字国債）が道内各地に投入され、建設・土木業を中心に活発な経済活動が30年程前のいわゆる『バブル時代』まで続いた。しかしながら、道民の国への依存体質を招き、今でも自立に対する脆弱性が見え隠れしている。また、道内基幹産業である農業についても、昔に比べて農業生産法人数が少しずつ増加しているが、全体的に経済生活は安定しておらず、国の戸別所得補償制度が支えている状況である。ここに各地域における農協との関係がからむため、生産者の農業経営も思うように行かないのが現状だと思われる。

それでは、道内地域におけるアグリビジネス戦略をどのように構築したら良いのか、そして豊かな大地で、希望を持って安心して暮らせる農業の可能性はあるのかを検討した。その対策課題として次の5点が考えられる。

- (1) 生産効率を上げるため農地集積や圃場条件の整備
- (2) 特色ある農産物の健康機能性と高付加価値加工
- (3) 後継者や新規参入者への技術経営（MOT）教育
- (4) 6次産業化の推進
- (5) 産学官連携によるアグリ・フーズビジネス展開

II. TPP問題と道内アグリ・フーズ改革

日本経済は、2008年のリーマン・ショック以降全世界的に経済が冷え込み、2011年3月11日の東日本大震災と原発事故でさらに厳しい状況下に置かれている。近年になって日本銀行による大幅な財政出動を実施し、消費動向の上昇で経済活性化を見込むものの、令和になっても特に地方経済は厳しく、さらに2019年10月に消費税値上げで経済不況が拡大すると考えられる。経済不況の打開策としてこれまで、TPP（環太平洋経済連携協定）に参加し、輸出を促進して外貨獲得を促す考えが広がった。しかし、TPP参加国は関税撤廃が原則で「参加すれば農業は壊滅する」との異論が続出し、農業団体や道内経済団体などは「参加反対」を表明している。特にお米や小麦など高関税作物や食品の国内保護策で、これまで主要なアグリ・フーズ産業は守られて来た。農林水産省は、農家に対する支援がなければ「TPP参加で農業生産額は4.1兆円減少する」と試算してきた。

このような日本政府の国内外の脆弱な政策の中、北海道農業を中心とした早急なるアグリ・フーズ政策の改革が必要である。全国の農業者の多くは低所得、高齢化、後継者不足で苦境に陥っている。わが国の農業政策では、TPP参加どころか、農業生産の脆弱化で食料自給率（現在28%）も低下し続けている。この打開策として戸別所得補償制度で農業生産者に対し補助金を拡大しようとしているが、全体化するには国の財政も厳しく、再び

農業生産者の依存体質が続くことになりかねない。

そこで自立し、国際競争に勝ちうる北海道農業を構築するには、生産効率を上げる農地集積や圃場条件の整備が不可欠である。農業生産基地北海道は、アメリカやオーストラリアほどではないが、大規模農業の適地である。このような農地環境下、一次生産の省力化と生産物の低価格化を実現させることが可能である。それには情報通信技術（ICT）を活用した農業生産方法が考えられる。すなわち、衛星の利用で全地球測位システム（GPS）や地理情報システム（GIS）を導入した無人の農業用ロボットを使うことで、省力化と生産コスト低減化が実現できる。この分野で活発に研究しているのは北大大学院農学研究院の野口 伸教授で、「ロボットが走行すべき経路を地図として持っている、耕うん、中耕・除草作業、病害虫防除作業、そして収穫まで無人化できる」と強調している。さらに、無人ロボットトラクターを、並走する有人トラクターが監視しながら操作できる「協調型農作業ロボットシステム」にも成功している。農業機械等設備投資もおよそ50%以上も削減見込みである。まさにこのような研究をより早く実用化させることが重要で、TPP参加の前に、大型予算を組んで省力化と生産コストの低減化を実現することが喫緊の課題だと考える。

次に一次生産物の高付加価値化が必要である。しかし、農産物の品種改良や加工によって小売りの価格が高額になり消費者に受け入れられなければ高付加価値化したとは言えない。米や小麦、その他の主要な農産物の特色ある高機能性成分を増加させる品種改良（育種）が重要で、実現可能である。例えば、動脈硬化予防成分であるケルセチン類や、男性ホルモン増と体脂肪燃焼効果を持つ含硫アミノ酸を主成分とするタマネギの場合は、これらの成分を増加させる品種改良は可能である。一方、土づくりなどの技術で有機農産物や無農薬農産物の生産も成功しており、より安全で安心な農産物生産を道内で実現することは可能である。このように、「低価格」「高機能性」「安全・安心」という市場ニーズに合致した農産物を道内で生産できれば国際競争に勝ちうる農業が実現できる。

Ⅲ. 特色ある道内農産物の生体調節機能

超高齢社会を迎えた今日、年間およそ一兆円ずつ上昇している国民医療費も2018年度には43兆円を超えた。国の財政難を考えると、予防医療が重視されている。健康維持の要件は、①食生活 ②運動 ③睡眠（休養）の3つが重要で、中でも毎日の食生活が注目されている。

さて、生活習慣病予防に寄与すると考えられる道産の農産物には、大豆や小豆などの豆類、ブロッコリー、トマト、アスパラガスなどの野菜類、ニンジン、タマネギ

のような根菜類が知られているが、道産作物の健康機能性についてその成果をまとめる。筆者は2011年、北海道新聞社より「北の健康野菜—行者ニンニクの薬効とその秘密」を、NPO法人グリーンテクノバンク北方系機能性植物研究会25周年記念出版として発刊した（図1）¹⁾。

「北の健康野菜? 行者ニンニクの薬効とその秘密」 東海大学教授 西村弘行 編著 北海道新聞社(2011・4)



- 第1章 行者ニンニクの驚異の薬効
- 第2章 行者ニンニクの栽培技術
- 第3章 行者ニンニクの調理・加工利用
- 第4章 北の小果実ハスカップ、アロニア、シーベリー
- 第5章 北の高級野菜チコリー
- 第6章 無農薬野菜ヤーコン
- 第7章 北の高機能野菜タマネギ
- 第8章 人気の高いアスパラガス
- 第9章 北海道産ソバとダツタンソバ
- 第10章 砂地に生えるハマボウフウ

図1 NPO法人グリーンテクノバンク北方系機能性植物研究会25周年記念出版された書籍

ここで扱っている作物は、道内の特色ある農産物で行者ニンニク、タマネギ、チコリー、ヤーコン、アスパラガス、ソバとダツタンソバ、小果実（ハスカップ、アロニア、シーベリー）それにハマボウフウである。それぞれ生理機能成分を含有しており、一部臨床実験で生活習慣病予防が確認されている。主要な北方系機能性作物の機能性と関与する成分を表1にまとめた。

これまで、科学技術研究で携わってきたタマネギ（北見市）、行者ニンニク²⁾、ネギ（大野町）、ニラ（知内町）などのネギ属作物は、道内の主要農産物で、表1に示すように各種の生理機能を持っている。古くからこれらネギ属作物は、『精のつく食材』として知られ、男性ホルモン増に関与するのではないかと考えられていた。そこで科学的検証を実施した³⁾。

最近、ストレス社会の中で、中・高年男性の男性ホルモンが減少し、「いらいら」「うつ病」「性的機能低下」、さらには「メタボリック症候群系の疾病」を発症させていることが医学会で指摘されている。男性ホルモンは、筋力の維持や活動性、性欲などを司ることが知られている。20歳代に最も分泌され、その後、加齢と共に分泌が減少する。ストレスなどが原因でその分泌量が平均以上に減ることで、意欲の減退や、動悸息切れ、勃起障害が起きることがある。これは、LOH症候群（加齢男性性腺機能低下症候群）とも呼ばれ、加齢に伴う臨床的・生化学的症候群で、血中テストステロン低下に特徴づけられている。LOH症候群の疾病および潜在患者数を合わせた人数が約700万人以上と推定されている。

表 1 北方系機能性作物の生理機能と機能性成分

農産物名	生理機能	機能性成分
行者ニンニク、タマネギなどのネギ属	抗酸化作用, 血小板凝集抑制 血圧上昇抑制, 血糖上昇抑制増 記憶障害改善, 発がん予防 体脂肪燃焼効果, 男性ホルモン	各種含硫化合物 ネギ属含硫アミノ酸 ケルセチン類
チコリー軟白葉と塊根部	抗酸化作用, 動脈硬化予防 白血病由来株細胞増殖抑制 整腸作用, 抗菌作用	カフェー酸誘導体 セスキテルベン類 イヌリン
ヤーコン緑葉と塊根部	抗酸化作用, 血糖上昇抑制 抗動脈硬化, 整腸作用	カフェー酸誘導体 フラクトオリゴ糖
アスパラガス	血圧上昇抑制, ストレス緩和 抗酸化作用, 肝臓解毒作用	γ -アミノ酪酸 グルタチオン, ルチン
ソバとダツタンソバ	血圧上昇抑制, 血糖上昇抑制 抗酸化作用, 抗動脈硬化	ルチン, ニコチアミン類 ケルセチン
小果実 (ハスカップ, アロニア, シーベリー)	抗酸化作用, 抗動脈硬化 眼精疲労抑制	アントシアニン類 ケルセチン類 β -クリプトキサンチン
ブロッコリー	抗酸化作用, 抗動脈硬化 発がん予防, 解毒酵素GST活性	ポリフェノール類 スルフォラファン
トマト	抗酸化作用, 血圧上昇抑制 抗動脈硬化, 皮膚老化抑制	γ -アミノ酪酸 リコピン

ネギ属作物が長く、強精食材と言われて来たが、男性ホルモンとネギ属食品について、科学的研究は行われていなかった。そこで、老化促進モデルマウス (SAM) を用いた実験で、図 2 に示すように、タマネギエキスを摂取させた場合に、血清中の男性ホルモンであるテストステロンが増加することを明らかにし、その原因物質を解明した⁴⁾。さらに、有効な加工技術を確立して特許化した⁵⁾。

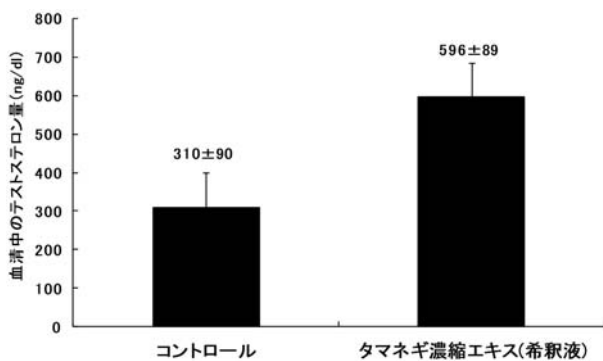


図 2 タマネギ濃縮エキスの老化促進モデルマウス SAM1への投与による血清総テストステロン量。30mg/ml 水溶液を 4 か月間自由飲水

タマネギあるいはオニオンジュースやオニオンヴィネガー等の加工品を男性が摂取した場合、性的機能老化の改善に役立つテストステロンが血中で増加することはすでに明らかになっていた (特開平9169661号)。しかしながら、タマネギあるいはその加工品中のテストステロン増加に係わる科学的検証が不足であった。そこで、種々分析した結果、テストステロン増加物質は、図 3 に示すネギ属含硫アミノ酸であることが判明した。

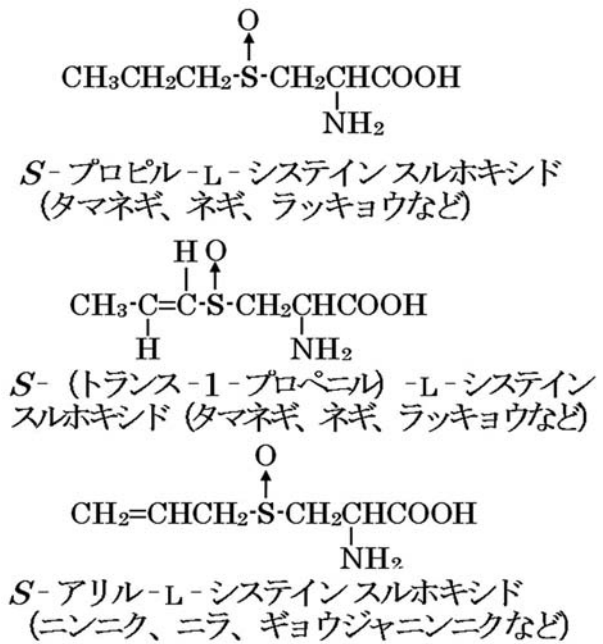


図 3 ネギ属作物中の男性ホルモン(テストステロン)増加物質

また、これら含硫アミノ酸 (システインスルホキシド) の摂取による臨床研究で、男性更年期症状の改善効果が確認された⁶⁾。

さらにこれらの含硫アミノ酸は、経口摂取によってノルエピネフリン分泌亢進活性 (アドレナリン効果) をしめすことがすでに報告されている。すなわちネギ属含硫アミノ酸摂取によって体脂肪を効率よくエネルギーに変えて体温も上昇することが明らかになっている⁷⁾。

IV. 6次産業化に向けてのヘルス・イノベーション戦略

これまで農林漁業者（一次産業）は、生産した産物が加工業者（二次産業）、流通業者（三次産業）に渡る過程で、利益の配分において過少評価される傾向にあった。このことが、農業所得と食糧自給率を低下させている要因と考えられている。そこで農林水産省は、6次（1次×2次×3次）産業化推進事業で農林漁業の成長産業化を図る方針を打ち出した。すなわち、一次産業を事業主体に二次産業および三次産業と連携して産業活性化を目標に設定した。

そこで、どのような経営方針をもって6次産業化を実現させるのかについて主にアグリ・フーズビジネスを中心に検討を行った。一般的には、市場ニーズを見据えての技術経営（MOT: Management of Technology）力の修得が重要となる。要するに、一次生産物およびその加工製品が市場ニーズに合致しているか否か理解することである。顧客ニーズに合致した製品の条件を以下に示す。

- (1) 美味しい農産物・食品
- (2) 安全性と安心性：無農薬・減農薬等生産物で生体異物の検出されない製品
- (3) 差別化された機能性：市場ニーズに合致した機能性で科学的エビデンスのある製品
- (4) 経済動向を考慮した適正価格：マーケティングより予測された売価に見合う製品
- (5) 製品の利便性：消費者が手間のかからない容易に摂取できる製品
- (6) ストーリー性とデザイン性：地域特産ストーリー性と購買力をそそるデザイン製品

以上の6項目をすべて満足する製品開発こそ、商品として売れる必要条件である。さらにビジネス規模（資本金等）を考慮した販路・流通・販売戦略を確立させる十分条件が重要で、これらの条件を満足させて売り上げ目標を達成した時に、その製品に「付加価値が付いた」と判断することができる。これらの理論を実践して成功させた事例は、筆者が北海道東海大学工学部で教授をしていた頃1997年9月に起業した大学発ベンチャー（株）北海道バイオインダストリーである。すなわち、道産食材（行者ニンニク、タマネギ、チコリー、ヤーコンなど）の健康機能性から市場ニーズに合致した商品開発に成功した。雇用創出を実現し、地域経済活性化に貢献した大学発ベンチャーの成功事例として評価させている。

道内では「フードコンプレックス国際戦略特区」（フード特区）として2011年12月に国から認定され、2013年度

から「北海道食品機能性表示制度」が施行された。上記6項目の中でも科学的に証明された機能性が今日の市場ニーズに合致し、食によるヘルス・イノベーション戦略の構築が重視されている。さらに、技術経営の基本である「モノづくり戦略」で、新規性と独創性を持つ技術、すなわち知的財産（特許や意匠登録など）もビジネス展開に重要になる。

また生産者にとって加工製造業（二次産業）および流通・飲食業（三次産業）との価値連鎖（バリューチェーン）を構築することが経営を健全化できる道である。日頃から川下産業との連携や融合について積極的な取り組みが必要である。

V. 産学官連携によるアグリ・フーズ産業の展開

前述6次産業化をより活性化させるには、農業生産者や食品加工業者が、科学技術すなわち作物の健康機能性研究の創造元である大学・高専や公的試験研究機関と連携、いわゆる産学官連携が重要である。今の高等教育機関は、昔のような教育と研究だけでなく、社会貢献も評価の対象になって来た。全国各大学は、社会との壁や敷居をかなり低くしている。そこには、優秀な農業経済学者や技術経営学者もいて産業界との連携が期待されている。

大学や試験研究機関は、様々な技術シーズが蓄積されているが、生産物（原料）に付加価値を付けて商品として完成させる過程で、2つのリスクを理解する必要がある。すなわち、研究成果を活用した試作品開発で、市場ニーズと技術シーズのミスマッチングに陥る「魔の川（デビルリバー）」に注意する必要がある。さらに、開発製品を商品として事業化する過程で、市場調査の結果に合わない採算、性能（価値観）、販路などに陥る「死の谷（デスバレー）」を警戒する必要がある。これら2つのリスクを乗り越えて、さらに経済動向、市場競争、経営判断などの「ダーウィンの海」と呼ばれるリスクをクリアして、量産体制に入り産業化できる。

日本の食料生産基地「北海道」がアグリ・フーズ産業の面で活性化するには、産学官連携で「夢のある農業」「儲かる農業」を実現させることが急務で、さもなければ離農者が増加し、北海道農業は、凋落の道を歩むことになるであろう。

VI. おわりに

日本の食料自給率28%に対し、北海道の場合にはおよそ200%で、一方、大都市東京圏のそれは1%である。

北海道は、日本の食料生産基地と言われるが、原料供給基地の位置づけになっており生産物の付加価値率が低い。そのため経済低迷の一因となっている。さらに、北海道新幹線のスピード化と安全性を理由に、JR貨物が青函トンネルを通過できない課題が浮上している。道内で生産される膨大な農産物の輸送にはJR貨物が有用で、自給率の低い大都市圏に供給されている。できなくなれば国内の食料安全保障問題に発展しかねない。今後益々、産学官連携でアグリ・フーズ産業の活性化が喫緊の課題である。

Ⅶ. 引用文献

- 1) 西村弘行編著：北の健康野菜－行者ニンニクの薬効とその秘密，P.1～240，北海道新聞社，2011年4月。
- 2) Nishimura, H., Wijaya, C. H. and Mizutani, J.: Volatile Flavor components and antithrombotic agents: Vinylthiine from *Allium victorialis* L., J. Agric. Food Chem., 36, 563-566 (1988).
- 3) 西村弘行：食による予防医療；北海道の食材および加工食品の生体調節機能に関する研究，東海大学生物理工学部紀要，1 (1)，1-8 (2009)。
- 4) 西村弘行：ネギ属食材の新規生体機能活用による高機能食品の生産技術開発，食品工業，54(20)，68-75 (2011)。
- 5) 西村弘行，水島 豊：テストステロン増加剤，およびネギ属植物処理物の製造方法，特許第4172488号，2008年8月。
- 6) 中山優也，稲川裕人，他：システインスルホキシド類高含有タマネギエキスによる男性更年期症状の改善効果，薬理と治療，45(4)，595-608 (2017)。
- 7) Oi, Y., Okamoto, M. et al.: Allin and volatile Sulfur-containing compounds in garlic enhance the thermogenesis by increasing norepinephrine secretion in rats. Nutritional Biochem. 9, 60-66(1998).