

受賞記念

特許庁長官賞を受賞した特許「植物に対するホウ素供給用組成物」とそれを活用した製品「B作」開発に関するストーリー —地球温暖化の中で—



左から広瀬慶多、丸田卓也、副島洋、篠田英史

雪印種苗株式会社 サステナビリティ推進室長	副島 洋
雪印種苗株式会社 経営企画室長付 担当課長	広瀬 慶多
元雪印種苗株式会社 千葉研究農場 囑託	大沼 文夫
雪印種苗株式会社 北海道研究農場 農場管理 I グループ課長	篠田 英史

令和7年10月29日、一般社団法人北海道発明協会の主催により、函館市の国際ホテルにおいて北海道発明表彰授賞式が開催され、「植物に対するホウ素供給用組成物」（特許第6662981号）に対し、当社より4名が受賞いたしました。また、発明を後押しした企業に対して功績賞が合わせて授与されました。本記事は、受賞を記念して開発から普及までの経緯をご紹介します。

1. はじめに

ホウ素供給専用肥料「B作」はその対象が極めて狭いにも関わらず、発売以来各方面でご活用いただいております（写真1）。昨年10月、北海道発明協会よりこの商品の基礎となる特許¹⁾に対して地方発明表彰特許庁長官賞が授与されました。「B作」



写真1 ホウ素供給専用肥料「B作」

の技術的な解説については本誌に掲載記事がありますので^{2,3)}、本稿ではこの発明が開発までに頓挫しかけたことから普及に至るまでの経緯についてご紹介したいと思います。

2. 発想

ホウ素欠乏症は当社が販売している作物の中では主にダイコンの内部障害として問題視されてきました。また、それ以外にもキャベツのチップバーンのほか、カブ、レタス、テンサイなどでも問題となっていることは課題として捉えていました。特に根菜類の内部障害や結球葉菜類のチップバーンは高温・多照・少雨の状態で生育していた作物が、高温下のまま急に大量の降雨を受けた場合に発症しやすいことが知られていました。ホウ素欠乏症になりやすい作物用の肥料には一般的に適切な量のホウ素が添加されています。それでも上記のような生育環境下では根の内部・結球内の葉縁といった細胞分裂が盛んな箇所に欠乏症状が出てしまいます。これは、急速

に生育が進む部位へホウ素の転流が追い付かないことが原因と推察されていました。

一方、1990年代までにリンゴやモモなどバラ科の木本類ではホウ素欠乏が発生しにくいことが知られていました⁴⁾。これらの植物は炭水化物の転流にショ糖だけでなく、ソルビトールも使っていることが知られていたため、これらの植物の特性とソルビトールとホウ素欠乏との間に何らかの関連があるのではないかと推察されていました。これを裏付けるように、モモの篩管液（植物体内で炭水化物などの転流に使われている液）を機器分析した結果、ソルビトール2分子がホウ素原子と結合していることも報告されていました⁵⁾。しかしながら、これらはバラ科木本類での特有の現象のように思えました。そのような状況下、1999年1月号のPlant Physiology誌（米国植物生理学会が出版している国際的な学術雑誌）の表紙にカリフォルニア大学で行われた実験結果を示す写真が大きく掲載されました。それはリンゴのソルビトール合成遺伝子をタバコの体内で発現するように遺伝子組換えを行った植物ではホウ素の転流が促進され、ホウ素欠乏症状が発生しなかったという結果を示すものでした⁶⁾。このことはリンゴやモモに特殊な能力があるのではなく、どんな植物でもソルビトールさえ作ることができればホウ素の転流が促進されるということを示唆していました。

これらの結果から、著者らはホウ素とソルビトールを混合して植物に施用すれば、ホウ素欠乏が起きやすい植物でもホウ素が転流され、ホウ素欠乏症を予防・改善できるのではないかという発想に至りました。

3. 初期の試験

当社は植物活力資材の開発も行っており、微量要素補給用の資材としてはその頃既に亜鉛供給用の肥料も開発した経験とノウハウを持っていました^{7,8)}。本件に関しては、まずは予備試験としてホウ素（ホウ酸として施用）とソルビトールを様々な比率で混合し、温室内でポット栽培したダイコンに葉面散布し、その後、各部位のホウ素含量を測定しました。分析に際しては、通常分析に使用している実験用硬質ガラス器具類（ホウケイ酸ガラス）はホウ素の溶出が問題となるので使用できません。そこでこの実験に関してのみ、テフロン製の器具を用いて分析を行いました。その結果、ホウ素を葉面散布すると葉のホウ素含量は当然ながら大きく高まりますが、根へ転流される量は圧倒的に低いことが確認され、それでも適切な濃度でソルビトールを混合した場合は根に転流されたホウ素の割合はホウ素のみ散布した場合よりさらに7%増加していることが分かりました（表1）。

表1 ホウ素・ソルビトール混合液を葉面散布したダイコンの部位別ホウ素含量（2002年、江別市）

葉面散布液の組成		各部位のホウ素含量 (μg/乾物g)	
ホウ酸濃度 (%)	ソルビトール濃度 (%)	葉部	可食部 (根+胚軸肥大部)
0	0	121.1 (100%)	32.2 (100%)
0.1	0	438.1 (362%)	35.9 (111%)
0.1	1	482.8 (399%)	38.1 (118%)

注：葉部は0.1%ホウ酸濃度で3倍以上増加、可食部は0.1%ホウ酸濃度で11%しか増加しない、ソルビトール添加で18%まで増加。

【方法】 播種後20日目から週1回、展着剤「アプローチBI」0.1%を加用して葉面散布した。播種後52日目にサンプリングした。
 () 内は部位ごとのホウ酸濃度0%区対比の値

表2 ホウ素・ソルビトール混合液を葉面散布したダイコンの内部障害発生程度（2004年、夕張郡長沼町）

葉面散布液の組成		健全個体比率	黒芯症発生比率	
ホウ酸濃度 (%)	ソルビトール濃度 (%)		軽度の黒芯症状	明確な黒芯症状
0	0	10%	30%	60%
0.005	0.01	56%	22%	22%
0.25	5	67%	22%	11%

注：健全個体が増加

【方法】 畦間45cm×株間27cmマルチ栽培、6月12日播種、7月5日・12日・20日に展着剤「アプローチBI」0.1%を加用して葉面散布した。

次に、実際に圃場で栽培したダイコンの内部障害を抑制できるかを検定しました。夏季の北海道研究農場（夕張郡長沼町）圃場で、さらにホウ素欠乏症状が検出しやすくなるようにマルチを張って地温を高くし、加えて当時ホウ素欠乏症が出やすいと言われていた品種をあえて栽培し、そこに葉面散布を行いました。その結果、やはり適切な濃度でホウ素とソルビトールを混合して葉面散布した場合は内部障害が減少していました（表2）。

これらの結果から自信を得て、それ以前から当社の植物活力資材の製造をお願いしていたダン化学（株）（静岡県）に試作品を調製していただきました。

しかしながら、当時はホウ素欠乏症対策の需要が少ないと想定されたことと、「微量要素欠乏のような生理障害は本来、育種によって解決すべき」という種苗会社としての本質論から、2007年の社内会議の結果、開発中止となり、いわゆる「（研究開発の）死の谷」に墜ちてしまいました。

4. 再起動・特許出願

その後も地球温暖化の悪影響は年を経るごとにますます明確になってきました。そのような状況下、野菜の栽培特性から流通までを把握している現場の営業担当から以下のような観点から試験を再開すべきとの意見が出されました。

- ①近年の地球温暖化による高温下での極端な少雨とゲリラ豪雨の周期的な発生はホウ素欠乏症を誘発しやすい。この傾向はこれから先もひどくなる可能性が高い。
- ②この影響で、ホウ素欠乏症状はダイコンだけでなく、葉菜類など他の作物でも問題が大きくなってきている。しかも症状としては内部障害として発現する機会が多いため、産地では気付かず、出荷先で大問題となることがあり、予防技術の開発は急務である。
- ③育種による解決は理想的ではあるが、時間がかかる上、近年の気候変動のスピードに間に合わない可能性が高い。

そこで残っていた試作品を用いて2012年から試験を再開しました。千葉研究農場（千葉市稲毛区）ではキャベツを通常よりも大型になるまで長期間生育させ、試作品を葉面散布した結果、チップバーン（キャベツ内部の葉縁が褐色化する）の発生が抑制されました。また、ブロッコリーではブラウンビー

ズ（いわゆる“黒花”・“死花”）の発生が抑制されました。これらのデータをまとめ、2014年に特許出願しました¹⁾。

5. 普及推進とポイント

この特許を基にした製品は「B作」と命名し、販売開始しました。しかしながら、当社で取扱いのある作物だけを対象とした需要は大きくありませんでした。そこで、幅広い農業関係者の方々にできるだけわかりやすく特性説明を行い、ご興味いただいた方々と連携して使用方法を確立していきました。その中でも、北海道内で夏季にレタスとハクサイを出荷する産地（江別市）ではこの地区を担当されていた普及指導員の方から現場に即した現地試験のご提案をいただき、農協職員の方とも共同で試験を実施した結果、明確な効果があることが分かりました³⁾。それ以外でも、各地で作物・作型・気象条件などにあわせてご活用いただき、当社の取扱いのない作物での案件（ブロッコリーの花茎空洞化抑制、セルリーや切り花類でのホウ素欠乏症対策など）でもご活用いただけるようになりました。2025年には、高温干ばつ条件下におけるピーマンの尻腐果を抑制する傾向が確認されました（図1）。

適用拡大していただいている中でも注目される点としては、トマトの尻腐症・ハクサイ内部障害といった従来カルシウム欠乏が原因とされていた症状に対してもご活用いただいている場面が増加していることが挙げられると思います。ホウ素もカルシウムも共に細胞壁を結合させる働きがあるため、欠乏症状は相互に類似している場合があります²⁾。一

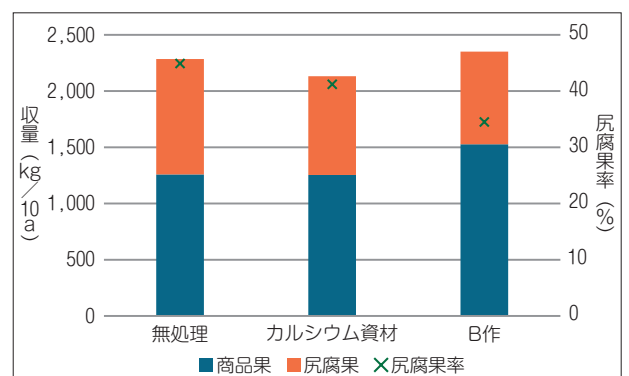


図1 高温下における「B作」のピーマンへの散布事例（7月のデータを抜粋）
「B作」1,000倍希釈液またはカルシウム資材300倍液を開花はじめから7~10日おきに葉面散布
（岩手県農業研究センター，2025年）

方、前掲の通り、ホウ素分析は独特の困難性があることから対応できる分析機関が少なく、さらにホウ素欠乏症状はごく限られた部位で発生することからサンプリング箇所の特特定も難しいため、分析による原因特定が難しいという事情があります。カルシウム欠乏症と同様な症状があるものの、カルシウムを積極的に施用しても改善できない場合は、「B作」を施用してみて、様子をみていただくことをお勧めしております。

ただし、植物種の中にはホウ素過剰症が出やすい作物（ダイズなど）もありますので、その場合はまずは予備的に一部の個体で試してみるなど、慎重な対応をお願いいたします。

6. おわりに

今回いただいた賞は発明内容や実施効果の高さだけでなく、地域産業の向上に寄与していることが審査対象となっていました。その点では当社で扱っていない作物でも活用方法を工夫していただいた農業生産者や関係者の皆様のお陰でもあります。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

気候変動問題に対して責任ある行動を推進している国際機関、政府、企業の努力によって一定の成果も見えてきている一方で、残念ながら昨今の世界情勢をみるとその悪影響がすぐに解消される状況にはなっていないと言わざるを得ません。それぞれの産地の条件にあわせて安定した農業生産のために当社の植物活力資材をご活用いただければ幸いです。

7. 参考文献

- 1) 副島洋、広瀬慶多、大沼文夫、篠田英史 (2014) ホウ素供給用組成物. 特許第6662981号.
- 2) 副島洋 (2016) ホウ素供給専用肥料新商品「B作」のご紹介『牧草と園芸』野菜特集号 (https://www.snowseed.co.jp/wp/wp-content/uploads/grass/grass_201621_10.pdf)
- 3) 眞木祐子 (2017) ホウ素供給専用肥料「B作」の施用事例紹介『牧草と園芸』野菜特集号 (https://www.snowseed.co.jp/wp/wp-content/uploads/grass/grass_2017_12.pdf)
- 4) 渡辺和彦 (2009). ホウ素 (B) : 葉面散布でよく吸収され、病害虫にも効果. 『ミネラルの働きと作物の健康』(農文協) 126-132.
- 5) Hu et al. 1997. Plant Physiology 113: 649-655. (<https://academic.oup.com/plphys/article-abstract/113/2/649/6070604?redirectedFrom=fulltext&login=false>)
- 6) Brown et al. 1999. Plant Physiology 119: 17-20. (<https://academic.oup.com/plphys/article-abstract/119/1/17/6098593?redirectedFrom=fulltext&login=false>)
- 7) 山本英明、山本正彦、副島洋、篠田英史、大橋真信、桂川尚彦 (2006) 亜鉛高含有豆類. 特許第5022702号.
- 8) 眞木祐子 (2024) 亜鉛供給液肥「ラッカイン Zn」のご紹介. 牧草と園芸72 (3) : 25-27. (https://www.snowseed.co.jp/wp/wp-content/uploads/grass/706_08.pdf)