

## ＜業界レポート＞ 中国の生物刺激剤ブームとその実態

(2016年8月6日作成)

2012年から中国の肥料業界には生物刺激剤という言葉が流行り、特に今年から中国政府関係機関と大学もその流れに乗った形で、関連国際会議の開催や肥料の国家標準規格の策定など一大センセーションを巻き起こした。本レポートは中国の生物刺激剤のブームとその実態を解説する。

生物刺激剤 (Biostimulants) は生物原刺激質 (Biogenetic stimulator) または植物強壮剤 (Plant strengtheners) とも呼ばれて、最初はヨーロッパやアメリカの一部有機農業研究者の間にだけ使われた用語である。その定義は非常にあいまいで、ヨーロッパ生物刺激剤産業連合 (EBIC) によれば、生物刺激剤とは自然界に存在する成分 (微生物を含む) で、植物ホルモンと栄養分ではないが、ごく少量でも植物の活力を刺激し、生育を促進する物質を指す。生物刺激剤を植物に施用することにより、植物の養分吸収と養分利用率を高め、生育が促進され、農作物の収量と品質が良くなる。現在、生物刺激剤といわれるものは主に下記の6種類の物質を指す。

1. 腐植酸類物質、特にフルボ酸
2. 複合有機物質、特にアミノ酸
3. 肥料成分以外の有用な化学元素
4. 無機鉍物 (亜りん酸を含む)
5. 海藻エキス類
6. キチン・キトサンなどの多糖類

生物刺激剤の歴史が新しい。1980年代からヨーロッパを中心に農作物の有機栽培を推奨するグループと会社がフルボ酸と海藻から抽出したアルギン酸、エビ、カニから抽出したキチン・キトサンなどを肥料代わりに使用する活動が始まり、欧米地域を中心に農薬と化学肥料を否定する風潮の中で次第に広がっていく。

2011年6月ヨーロッパのメーカー10社がヨーロッパ生物刺激剤産業連合 (European Biostimulants Industry Council) を結成して、2016年8月現在メンバーが53社まで拡大してきた。アメリカも2011年7月29日生物刺激剤連合 (Biostimulant Coalition) という団体が結成され、メンバーは15社である。2012年12月フランスのストラスブールで第1回生物刺激剤の国際会議が開催された。その活動がすぐ中国に伝わり、化学肥料の生産能力過剰と価格低下で経営が苦しんでいる中国の化学肥料業界が難局を打開する手段としてそれに取り組み、1種のブームを演出してきた。

2012年から中国もフルボ酸、海藻エキス、キチン・キトサンなどの製品が市販され始めたが、売れ行きが今一つであった。2015年2月中国農業部 (日本の農林水産省に相当) が「到2020年化肥使用量零增长行动方案」 (2020年までに化学肥料使用量を増加し

ない行動に関する案) を発表したことを受け、販売不振で青息吐息の化学肥料メーカーはそろって生物刺激剤の宣伝と商品開発に躍起した。その最たる行動は2016年3月広州市に「生物刺激剤と作物健康栽培フォーラム」、2016年6月青島市に「国際特殊肥料大会」、2016年7月北京市に「生物刺激剤フォーラム」が立て続いて開催され、大手化学肥料メーカーのほか、政府関係機関と大学の研究者もそろって出席し、生物刺激剤を持て囃し、一種のブームを作り出した(図1、図2、図3)。また、中国政府は2016年末に腐植酸、アルギン酸入り尿素や化成肥料の国家標準規格を正式に発表する予定である。



図1. 広州で開催された生物刺激剤フォーラム 図2. 北京で開催された生物刺激剤フォーラム



図3. 青島で開催された国際特殊肥料大会における生物刺激剤の紹介

そのブームに乗って、2016年7月現在、生物刺激剤入りの肥料製品が市場に溢れて、中国農業部に肥料登録された約1万種類の肥料製品には生物刺激剤入りと謳う製品数が3000~4000品目で、登録肥料総数の35~40%を占める。これらの生物刺激剤入り肥料製品はほとんど2015~2016年に新規登録されたものである。

中国は生物刺激剤の効果を下記のように宣伝している。

1. 種子の発芽力を刺激し、発芽率が高くなる。

2. 植物の生育活性と養分吸収能力を刺激し、慣行栽培より収量が5～10%以上増える。
3. 肥料に微量添加しただけで肥料吸収利用率を5%以上（点滴灌漑など溶液栽培の試験データでは25%以上）高くすることができる。
4. 植物を健全に育ち、病虫害耐性が高く、農薬散布量が10～15%減らすことができる。
5. 収穫物の品質が良く、貯蔵と加工に適するほか、高値で販売できる。
6. 酸性とアルカリ性土壌、汚染土壌の土壌改良にも効果がある。

しかし、生物刺激剤は肥料成分でもなく、植物ホルモンでもなく、農薬でもないため、農業資材としての分類が難しい。現時点では、アメリカではそれを管轄する法律や規制がなく、販売と使用が自由ではあるが、肥料や農薬の名目で販売することができない。一方、ヨーロッパでは、諸国の対応が異なる。イタリアでは肥料と農薬の範疇に入らず、「植物強壯剤 (Corroborantii)」の名義で登録不要で販売と使用が可能である。オーストリアでは「植物耐性改良剤 (Pflanzenstärkungsmittel)」の名義で、届出なしで自由に販売・使用できる。ドイツでは「植物耐性改良剤 (Pflanzenstärkungsmittel)」という枠を作って、販売には政府の消費者保護と食品安全局に届出する必要がある。オランダでは「特殊農薬 (Regeling Uitzondering Bestrijdingsmiddelen)」として登録が必要で、有機農業に限定して使用することができる。スペインでは「植物保護用のその他の物質 (Otros medios de defensa fitosanitaria)」として誘虫灯、誘虫テープと同様な取扱いで、登録不要で販売・使用できる。フランスでは「農業添加剤 (additifs agronomique)」として販売と使用には登録する必要がある。

中国もその取扱いに混乱しているようで、腐植酸と海藻エキス、無機化学元素類は肥料添加剤として肥料成分に添加する場合に限って肥料登録できるが、肥料成分なしの場合は土壌改良剤として取扱われる。アミノ酸はそのまま肥料登録される。また、キチン・キトサン類と一部の海藻エキス類は植物生長調節剤として農薬登録されている。また、登録されないまま流通している生物刺激剤も多数ある。なお、中国政府は腐植酸と海藻エキス入り肥料の国家標準規格を新たに作成し、今年末に正式に公表する予定である。その内容は表1に示す。

表1. 中国が公表予定の生物刺激剤入り肥料の国家工業規格内容

中国の国家標準規格 No.	名称	生物刺激剤種類と最低限の添加量
HG/T 5045-2016	腐植酸入り尿素	フルボ酸 > 0.12%
HG/T 5046-2016	腐植酸入り化成肥料	活性腐植酸 1～3% (腐植酸 2～6%) *1
HG/T 5049-2016	アルギン酸入り尿素	アルギン酸 > 0.03% *2
HG/T 5050-2016	アルギン酸入り肥料	アルギン酸 > 0.05%

\*1. 活性腐植酸は腐植酸中のフミン酸を指す。

\*2. アルギン酸とは昆布など褐藻属の細胞壁に存在している天然多糖類である。水酸化ナトリウムで分解抽出してから硫酸で中和して得られる。但し、アルギン酸は水に不溶であるため、通常はアルギン酸ナトリウムとして使用される。

以下は、腐植酸、海藻エキス、肥料成分以外の有用な元素、キチン・キトサンなどの多糖類、アミノ酸の順で解説する。

## 一、腐植酸

腐植酸は土壤腐植を構成する成分で、その溶解性からフミン酸とフルボ酸に分けられている。フミン酸はアルカリしか溶けず、日本では腐植酸というものは大体フミン酸を指す。一方、フルボ酸は分子量が小さく、水にも溶けるため、中国では腐植酸というものはフルボ酸を指す場合が多い。

日本では腐植酸の効果は次のものがある。

- ① 土壤団粒構造を発達させる。
- ② 土壤保水性、通気性を高め、作物の根を伸びやすくする。
- ③ 陽イオン交換容量が大きいので、保肥力が高い。化学肥料を施したときに急激に肥料濃度が高まるのを防ぐ。
- ④ 微生物の活動を活発にして、有益な微生物の種類や数も増える。

一方、フミン酸と違って、フルボ酸が水に溶けるため、降雨などにより流亡しやすく、フミン酸ほどの土壤改良効果がないと言われている。また、天然腐植酸にはフルボ酸の含有量が少なく、生産コストも高いため、普及されていない。

中国ではフルボ酸も入手しにくいいため、その代替品として植物に含まれているリグニンを主成分とするいわゆる「生化学フルボ酸」が主流である。



図 4. 亜鉛とフルボ酸入り尿素



図 5. フルボ酸入り液体肥料

「生化学フルボ酸」とは、わらなどの植物残渣や製紙黒液など植物系廃棄物を原料として、硫酸と硝酸で分解抽出し、アルカリなどで中和精製したものである。中身は大体リグニンスルホン酸塩で、フルボ酸とは全く別のものである。化学的な観点からフルボ酸を名乗るには適切ではないはずである。中国メーカーもその点を承知しているようで、そのま

まの単品販売のケースがほとんどなく、尿素や化成肥料に添加してフルボ酸入り肥料として販売するケースが多い。その偽フルボ酸を添加した尿素や化成肥料が普通の尿素や化成肥料より高く販売できるため、一部の尿素メーカーがその製造販売に力を入れている。しかし、0.1~1%程度のフルボ酸を添加して、肥料の吸収利用率が飛躍的に高まることが考えにくい。また、偽フルボ酸にりん酸一加里と尿素を混ぜる葉面散布用肥料も多く市販されている。ただし、施用効果はりん酸一加里と尿素などの養分に由来するもので、フルボ酸は宣伝用に過ぎないという見方が多い。市販されているフルボ酸入り尿素とフルボ酸入り液体肥料の写真を図4と図5に示す。

最近では、フルボ酸をクロムなどの重金属で汚染された土壤に投入することにより、植物の重金属吸収量が抑制されるという報道も見られた。事実かどうかは不明であるが、農地汚染の酷い中国では、腐植酸も新商売のネタになるだろう。

## 二、海藻エキス

海藻エキスとは昆布など海洋に生息している褐藻類を物理的または化学的に処理して抽出したものである。よく使う方法は、海藻を細かく断裁してから超音波で処理し、細胞壁を破壊し、細胞内容物を抽出して濃縮するものである。水酸化ナトリウムなどの強アルカリで海藻を分解し、細胞壁の多糖類をアルギン酸ナトリウムとして抽出するいわゆる化学的処理法もよく使われる。

海藻エキスを生物刺激剤とする根拠は、褐藻類の生長が速く、大型褐藻類が適切な環境に1年で10~30mも伸びるのはその細胞に多量の生長刺激物質が含まれているに違いなく、ほかの植物にも効くだろうという単純な発想である。また、海藻エキスは豊富なミネラル成分を有するほか多量の天然多糖類やビタミン、タンパク質を含むということも売り文句である。

しかし、海藻類は95%以上が水分で、固形質が2~3%しかなかった。物理的手法では細胞壁を構成する多糖類を抽出できず、そのエキスは細胞に含まれている水溶性の無機元素（ナトリウムが一番多い）と糖類、アミノ酸などだけである。一方、化学的手法では強酸や強アルカリと高温で海藻を処理する必要がある、植物成長を刺激する有機物質があっても分解され、残ったのは多糖類と無機元素などである。

中国政府もこの点に気づき、固形の尿素と化成肥料の造粒工程に添加できる海藻エキスは化学的手法で抽出したアルギン酸塩に限定され、物理的手法で粉碎抽出したものを認めない。但し、液体肥料にはこの制限がない。

現在、海藻エキスは主にりん酸一加里や尿素に添加して液体状の葉面散布材として市販されている。また、海藻エキスの効果を強調するため、多くの製品にジベレリン、インドール-3-酢酸（オーキシム）など人工合成した植物ホルモン類を添加している。一部の野菜と果物の有機栽培農家がそれを使用して、慣行栽培より多く収穫できると宣伝しているが、

本当は尿素、りん酸、加里など養分の葉面散布効果と植物ホルモンの効果であろう。図 6 は市販される海藻エキス製品の写真である。



図 6. 海藻エキスの生物刺激剤製品

### 三、肥料成分以外の無機元素

植物生育には窒素、りん酸、加里の 3 大栄養素のほか銅、鉄などの微量元素も含め計 16 種類の無機元素が必要である。ほかにけい素やナトリウムは必須元素ではないが、一部の植物にとってその生長を促進するいわゆる有用元素もある。中国ではセレン、レアアースなどの非必須元素を生物刺激剤として市販されている。その根拠はセレンが生物体内の活性酸素を分解する酵素の構成成分として植物体内に発生する活性酸素を抑制することを通じて植物の生育をよくする効果があるだろう。また、レアアースも工業分野では構造材料、電子材料、磁性材料の「ビタミン」的な役割があり、微量添加して大きな効果が発揮するので、植物に投与して同じような効果があるのではないかという発想である。特に中国はレアアースの大国で、その新規用途の開拓がレアアース産業の持続に必要であるため、なんでもかんでもレアアースの消費量を増やしたい考えもあるだろう。

植物にとって活性酸素が「悪」ではない。ストレスに対する防御を誘導するためのシグナル因子としても重要な働きをしており、その量のバランスが植物の生存に大きく関わっていることがすでに判明された。特に植物が病原菌侵入の際に迅速に活性酸素を生成し、病原菌を撃退することで病害抵抗性に重要な役割を果たしている。セレンを植物に吸収させ、植物体内の活性酸素を抑制する発想がどこかおかしい。また、セレンは毒性が強く、過量に使用される場合は人体健康を損なう恐れがある。日本では水質汚濁、土壤汚染に係る環境基準指定項目となっている。セレンをむやみに土壤や植物に撒くことは環境を汚染する行為にもなる。

レアアースの植物生育促進効果は不明で、実証もされていない。現実に中国南部レアアース産地の貧弱な植生を見ればその効果の有無が自明できるだろう。図 7 と図 8 は市販されているこれらの無機元素を主成分とする生物刺激剤製品の写真である。



図 7. セレン入り肥料製品



図 8. レアアース入り肥料製品

#### 四、キチン・キトサン

キチンはエビ、カニをはじめ、昆虫、貝、キノコにいたるまで、きわめて多くの生物に含まれているアミノ基を有する *N*-アセチル-D-グルコサミンが鎖状につながった多糖類である。地球上で自然的に合成される量は年間 1000 億トンにもなると推測される豊富な生物資源であるが、水など普通の溶媒には溶けないため、ほとんど利用されていない。

一方、キトサンはキチンをアルカリで処理するとアセチル基が除かれ、主として D-グルコサミン単位からなる多糖類に変換されたものである。1 回のアルカリ処理により、D-グルコサミン単位の割合は 70~95%程度まで上がり、酸性の溶液に溶けるようになる。一般的には酸性水溶液に溶けるものをキトサン、溶けないものをキチンと呼んでいる。

日本ではキチン・キトサンの一般的なイメージは健康食品であるが、中国ではさらに“進歩”して生物刺激剤として農作物に使用される。なお、キチンは不溶性であるため、市販されている製品は酸性水溶液に溶かしているキトサンであることが多い。図 9 は市販されているキチン・キトサン製品の写真である。



図 9. キチン・キトサン類生物刺激剤製品

キチンは甲殻類と昆虫類の外殻を構成する天然の多糖類で、年間 1000 億トンも生成されるので、土壌にも豊富に存在するはずで、生物刺激剤としてわざわざ外部から施用する必要もないだろう。中国農家もそこに気づいているようで、生物刺激剤の種類としてキチン・キトサン製品が一番少ない。

## 五、アミノ酸類

1970～1980 年東京大学などの研究で植物の根がアミノ酸を直接吸収することを突き止めた。アミノ酸は窒素を有するため、当然窒素肥料としての効果がある。それから菌体肥料や魚粉、副産動物質・植物質有機肥料に属するものの一部がアミノ酸入り肥料として市販されるようになった。通常のアミノ酸肥料は発酵法で微生物を使って動植物のタンパク質をアミノ酸に分解するほか、アミノ酸の工業生産で発生した発酵残渣や精製工程の廃液も利用される。

中国も日本などからの影響を受け、2001 年あたりから味の素などの発酵残渣や精製廃棄物を原料とするアミノ酸肥料が生産され、最初は輸出向けであったが、品質問題と輸出関税の関係で、輸出が上手く行かず、国内販売が増えてきた。

しかし、中国のアミノ酸肥料は味の素などの発酵残渣や精製廃棄物を使うのは良心的な方で、醤油粕や酒粕で誤魔化すものが多い。特に 2000 年以降、中国家畜養殖業が盛んになり、養殖中に家畜の病気や怪我など非常死亡率が乳牛 2～5%、豚 5～8%、鶏 12～15%もある。このような非常死亡した家畜と屠畜の廃棄物を高温高压で加水分解したものがアミ



ノ酸有機肥料やアミノ酸液肥の名目で売り出した製品が数年前から頻繁に目に触れるようになった。肥料の安全性には問題がないが、倫理上受け入れられるか疑問が残される。



図 10. アミノ酸入り肥料

中国の急激に高まった生物刺激剤ブームの中にその効能を疑問視する研究者も多数いる。主な疑問は、

1. 生物刺激剤の作用メカニズムが解明されず、その効果が科学的に証明できていない。植物成長を促進する結果はむしろそれに添加する肥料成分に由来するではないか？
2. 原料や成分の基準がない。たとえば、わらなどの植物残渣や製紙黒液など植物系廃棄物を原料として分解抽出した「生化学フルボ酸」は本当のフルボ酸ではないはずである。海藻エキスも抽出方法を別にして240属1500種もある褐藻の中で褐藻の種類により抽出した成分も異なるはずである。
3. 成分の標準的な分析方法がない。各メーカーが一方向的に分析結果を出すだけで、成分含有量など確実に分析する手法が樹立されていない。
4. 施用効果についてもメーカーなどが勝手にぶち上げることが多く、インチキものが多く、厳密に検証されていない。
5. 本当に効果が証明されたとすれば、なぜ、欧米や日本など先進国がそれを認めないか？ヨーロッパやアメリカの生物刺激剤産業連合のメンバーは無名の小会社だけで、大手肥料メーカーと農薬メーカーが入っていない。

現時点では、生物刺激剤を添加した肥料の販売価格が無添加の場合より2~3割か数倍も高いが、効果が確認されていないことが多い。中国肥料メーカーや関係者が一所懸命に宣伝しても、中国農家は笛吹けど踊らず、ほとんど普及されていない模様である。2016年7月現在、中国国内で売られているのは腐植酸と海藻エキスの2種類だけで、共に尿素や化成肥料に添加するものに限られる。降って湧いたこの生物刺激剤のブームがいつまで続くかは楽しみに見たい。