

File No. 82

硫安と塩安

硫安（硫酸アンモニウム、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ）は窒素分 20～21%を有し、作物が必要な中量元素の硫黄（S）も多く含んでいて、値段が安く、本邦のもっとも代表的な窒素肥料である。一方、塩安（塩化アンモニウム、 NH_4Cl ）は窒素分 25～26%を有し、水田用窒素肥料として広く使われている。硫安と塩安はすべて工業の副産物で、含まれている窒素成分も同じアンモニア性窒素であるため、肥料としての性能が似ているが、適用作物と施用後土壌に及ぼす影響に於いて異なるところも多い。本篇は硫安と塩安の相同点と相違点について簡単に説明する。

1. 生産工程と生産量

硫安は主に下記の製造工程から副産物として回収される。詳細な生産工程は本 HP に掲載されている「肥料製造学」の「硫酸アンモニウム」編をご参照ください。

- ① 鉄鋼製錬用のコークスの製造に発生するコークス炉ガス中のアンモニアを硫酸液で吸収し、副産硫安として回収する。コークス 1 トンを製造するには約 11～17kg の硫安が回収される。主要な鉄鋼メーカーは新日鉄住金、JFE スチール、神戸製鋼などがある。
- ② ナイロンの原料カプロラクタムの合成工程から副産硫安を回収する。製造工程の違いもあるが、カプロラクタム 1 トンを製造するには大体 1.5～4 トンの硫安が回収される。現在、国内メーカーでは宇部興産 1 社だけである。
- ③ アクリルアミドの合成工程から副産硫安を回収する。アクリルアミド 1 トンを製造するには約 1.4～1.6 トン硫安が回収される。ただし、硫安を副産しない合成技術が普及されたので、アクリルアミド副産硫安の生産量が急減した。

国内硫安の生産量は 1960 年代から 1970 年代前半にピークに達し、1966 年（昭和 41 年）生産量が 265 万トンに達した。その後、鉄鋼産業と化学産業の衰退により、生産量が次第に減少した。2015 年以降、国内では大体年間 90～110 万トンの硫安が産出される。その内訳はコークスの副産硫安 23～26 万トン、残りはカプロラクタムとアクリルアミドなどの樹脂合成工程から回収されるものである。

また、外国では一部の発電所が石炭の脱硫にアンモニアを使い、副産物として硫安を回収するところがある。1 トンのアンモニアは 2 トンの二酸化硫黄を吸収反応して、約 3.8 トンの硫安を回収する。

一方、塩安はアンモニアソーダ併産法（ソダマヌ法）により副産物として製造される。これは食塩から炭酸ナトリウム（炭酸ソーダ）を生産する際に発生した塩素を吸収するためにアンモニアを使い、副産物として塩安を得る方法である。炭酸ナトリウム 1 トンを製造するには 1 トンの塩安が副産される。詳細な生産工程は本 HP に掲載されている「肥料製造学」の「塩化アンモニウム」編をご参照ください。

国内塩安の生産は 1960 年代後期から 1970 年代までが最盛期で、1968 年の生産量が 81.6

万トンを超えた。国内需要だけでは消化されず、余剰塩安を大量に輸出した。しかし、1990年代以降、化成肥料の普及に加え、主な輸出先だった中国も多数のアンモニアソーダ併産法プラントの完成により塩安の輸出が止まったうえ、国内炭酸ナトリウムプラントの廃棄もあり、塩安の生産量が急速に減った。現在、国内メーカーはセントラル硝子 1 社だけで、年間生産量が 6~7 万トンしかない。

2. 成分と品質

硫安は製造工程の違いにより、成分と品質が大きく異なる。通常、カプロラクタム副産硫安の品質が一番よく、粒径 0.5~5mm の白色または淡黄色の透明な角型結晶で、アンモニア性窒素含有量が 21%以上を有する (図 1)。ただし、宇部興産のカプロラクタム副産硫安は特殊な結晶方法を使うため、中央が凹んでいる鼓型の結晶である (図 2)。



図 1. 輸入された中国産 2~4mm 硫安粒子



図 2. 宇部興産の 2~4mm 硫安粒子

アクリルアミド副産硫安は粒径 0.5~1.5mm の透明白色または半透明茶色の角型結晶で、2mm 以上の大粒結晶がほとんどない。アンモニア性窒素含有量 20.8~21%である。

コークス副産硫安は粉状から粒径 3mm までの菱柱状結晶で、結晶に欠陥があり、脆く、壊れやすい。含まれているコールタールの多寡により、白色から淡灰色までを呈する。アンモニア性窒素含有量が大体 20~20.8%である。

火力発電所の脱硫副産硫安は燃焼後の煤塵を含んでいるため、灰色から黒色の粉状で、アンモニア性窒素含有量が 17~20%のものが多い。

概して、品質がカプロラクタム副産硫安>アクリルアミド副産硫安>コークス副産硫安>脱硫副産硫安である。価格も同じ順序である。

塩安は白い透明な立方系の結晶であるが、結晶の析出条件により星形、樹枝を呈することもある。また、塩安の結晶が脆く、大きな結晶が形成しても、すぐ壊れたため、粒径 0.5mm 以下の粉状を呈する。結晶が析出した後、遠心分離後の乾燥工程の有無により湿塩安と乾燥塩安に分けられる。遠心分離しただけで乾燥していない湿塩安は水分が約 5%、アンモニ

ア性窒素含有量 23.5%以上、遠心した後乾燥を経た塩安は水分 1%未満、アンモニア性窒素含有量 25%以上である。なお、湿塩安と乾燥塩安が含水率を除き、ほかの品質では全く同じである。本邦ではすべて乾燥塩安で、湿塩安を生産していない。

3. 用途

硫安は粒子の粒径により BB 配合原料、単肥および化成肥料原料に使い分けられている。大体粒径 2~4mm の大粒品は BB 原料用と単肥用、粒径 1~2mm の中粒品は単肥用、それ以下の粉品は化成肥料の原料として使われている。

また、硫安は硫黄 (S) も 32%含んでいて、作物に硫元素の供給にもなる。水稻や畑作物用元肥、追肥全般に適して、いわゆる万能の窒素肥料である。

硫安は生理的酸性肥料であるため、アンモニアが吸収された後、残されている硫黄が塩害土壌やアルカリ性土壌の改良に役立つ。弱アルカリ性土壌に硫安など硫酸系生理的酸性肥料を常用することで、その土壌 pH を徐々に下げることができる。

塩安は大きな結晶ができず、粉状の小さな結晶しかないため、BB 原料や単肥に適せず、ほとんど化成肥料の原料として使われている (図 3)。ただし、2010 年以降、ブリケット造粒法で 3~5mm の粒子に造粒する手法が広がり、一部の塩安はブリケット造粒品として BB 配合や単肥に使うよう

になった (図 4)。



図 3. 粉末状塩安



図 4. 塩安の 3~5mm ブリケット造粒品

塩安も生理的酸性肥料であるが、塩素の含有量が 66%にも達し、食塩 (塩化ナトリウム) より高い。アンモニアが吸収された後、残されている塩素は灌漑や降雨で流さない限り、土壌に残留して塩害を誘起する恐れがある。中国農業科学院の調査報告によれば、乾燥地域では灌漑なしの場合は塩安を施用した後塩素イオンの土壌残留率が 48.1~67.8%、灌漑ある場合も塩素イオンの土壌残留率が 20.7~46.0% (参考文献)。塩安使用后、短期間で土

壤 pH を 0.96~1.2 低下させることもある。これは硫安と一番大きな相違点である。ちなみに塩安と塩化加里の入った化成肥料も同じ問題を引き起こす可能性がある。

4. 適用作物と注意事項

硫安の窒素はアンモニア性窒素であり、施用後、アンモニウムイオンが土壌コロイドに吸着され、養分が流亡しにくく、水田と畑用肥料として適している。硫黄も含まれているため、植物の硫黄供給源として最適である。特にタマネギやニンニク、長ネギ、大根、お茶など、硫黄化合物がその特有の風味を引き立てる作物にとって、硫安が一番合う肥料である。

硫安が水田に施用される場合は、残留された硫酸イオンが冠水の条件に於いて酸素不足により還元され、硫化水素ガスになり、鉄分の少ない老朽化水田ではイネに害を及ぼす、いわゆる「秋落ち」を引き起こす可能性があるといわれる。水田が収穫してから翌年田植えまで水を抜いた状態でキープし、イネの栽培期間中にも「中干し」があり、排水不良の湿田でない限り、硫安に含まれている硫酸イオンがイネの生育に悪影響を及ぼすことがほとんどない。

塩安はその窒素がアンモニア性であるが、多くの塩素を含んでいるため、畑、特に降雨量の少ない灌漑設備のない畑には不適である。また、多くの畑作物が「塩素感受性植物」と呼ばれ、塩素には敏感で、塩素を有する肥料が多量に施用された場合は、その生育または収穫物の品質に悪影響を及ぼす可能性が大きい。したがって、降雨量が少なく、灌漑施設が整備されていない地域では土壌中の塩素蓄積を防ぐために塩安の使用を控えることは重要である。本邦では塩安がほとんどイネ栽培用肥料として施用し、残留された塩素が灌漑水で流されるため、悪影響が現れない。

一方、綿、麻類などの繊維作物は塩素を嗜好する。土壌中の塩素が不足する場合は、繊維が短くなり、引張り強度が落ちる。塩素を多量含有する塩安の施用によりその繊維が長くなり、強靭さが増す。また、パーム、ヤシなど海辺に生育する植物も塩素に対する耐性が高く、塩安の施用により、生育が促進、収量が増える効果がある。

5. 価格

通常、窒素肥料の国際相場は尿素を基準にしている。篩い分けしていないカプロラクタム副産硫安の FOB 価格(輸出港本船渡し価格)は大体同じ時期の尿素 FOB 価格の 45~50%、粒径 2~4mm 大粒品が 55~60%である。アクリルアミド副産硫安とコークス副産硫安がさらに安く、約 40%しかない。窒素分に換算すれば、窒素 1%あたりの価格は尿素とほぼ同じか若干安い程度である。

一方、塩安は適用地域と土壌、作物に制限があり、用途が限定されるため、FOB 価格がコークス副産硫安とほぼ同程度である。ただし、塩安の窒素含有量が 25%もあり、コークス副産硫安の 20~20.5%より高い。したがって、窒素 1%あたりの価格が尿素と硫安より

安い。

以上の価格は国際取引の慣例である。本邦では肥料用尿素がほとんど輸入に依存し、国内価格が他国より高いが、硫安は国内では消費しきれず、約半分を輸出に回すほど生産量が多い。したがって、化成肥料用粉状硫安の価格が非常に安く、尿素価格の約 30%以下である。これも硫安の消費量が尿素をはるかに超えた理由の一つである。

一方、塩安の国内生産量が少なく、需要量の半分にも満たさず、年間 7.5~8 万トンを入力せざるを得ない。したがって、国内塩安の価格が硫安より 30~50%も高くなる。

参考文献：

李家康，林葆：含氯化肥科学施用和机理研究的回顾与展望、中国农业科学, 2007, 40(增刊): 3163-3173.