

特集 わが国の農業の将来を考える —今求められているものは何か—
----------------------------------

## 肥料の安定供給リスクと食料安全保障

株式会社農林中金総合研究所主任研究員

小針美和

### はじめに

2021 年秋からの中国による実質的な肥料の輸出制限やロシアによるウクライナ侵攻は、化学肥料原料を輸入に依存する日本の肥料産業にも大きな影響をもたらした。円安もあって国内肥料価格も急騰し、食料安全保障の確保において、その中間投入財である農業資材の確保も重要であることが再認識され、改正食料・農業・農村基本法にも農業資材の安定確保が明記された（第 42 条）。また、経済安全保障推進法に基づく特定重要物資に肥料が指定され、備蓄制度が新設されている。本報告では、硫酸アンモニウム（硫安）と尿素を中心に、日本の窒素肥料がおかれている現状について考察する。

### 窒素肥料について

窒素成分を供給する主な肥料原料としては、尿素と硫安がある。尿素は N 分が 46%、硫安は 21% で尿素は窒素分が非常に高い。

窒素肥料需要は世界全体で概ね 2 億トンといわれており、その製品別内訳をみると、尿素的割合が 6 割近く過半を超え、りん酸アンモニウム（りん安）は 10%、硫安は 3% と非常に小さい。肥料消費量の多い農業国で尿素的の使用割合が高いこともあり、世界的にみると窒素含有量の多い尿素的の利用が中心となっている。

一方で、日本の窒素肥料需要は 37 万トンとなっている。製品別内訳は尿素、りん安、硫安が概ね 3 割前後となっており、世界と比べて硫安の割合が高いことがみてとれる。

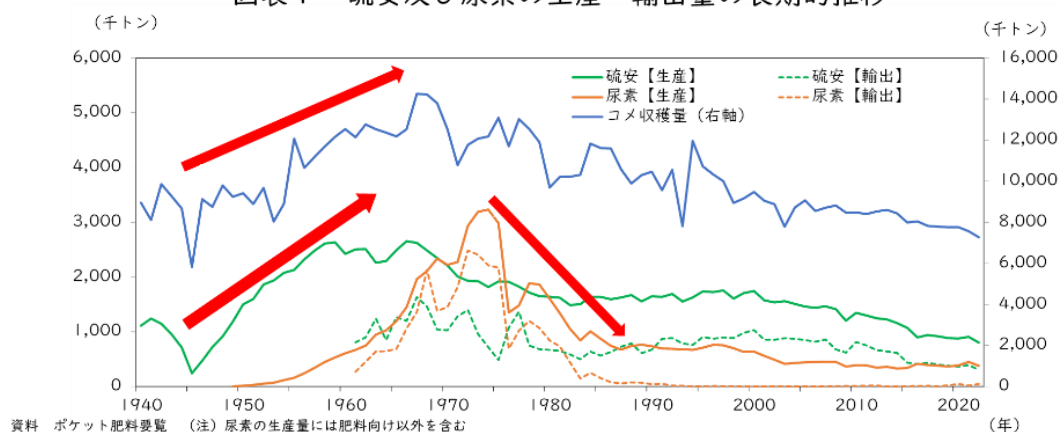
### 硫安及び尿素的の生産量・輸出量の長期的推移

図表 1 は日本の硫安、尿素的の生産量、輸出量の長期的推移を示したものである。日本は第二次世界大戦の終戦直後、都市部を中心に深刻な食料難に陥った。戦後復興期には食糧増産に向けて化学肥料の供給を早急に進めるため、肥料は石炭・鉄鋼とともに傾斜生産方式の対象として重点的に対策が打ち出され、硫安の生産量が急激に拡大した。コメの収穫量も増加、農業の生産性向上には、肥料成分の高い化学肥料の施用も大きく寄与している。

また、オイルショック以前の高度成長下の経済環境では、原油を輸入して尿素的を生産しても国際競争力があり、1970 年代前半には日本が世界第三位の肥料の輸出国になったこともあった。しかし、オイルショックで原油価格が高騰し、また産業の高度化が進

展するなかで、日本はたちまち国際競争力を失い、尿素生産は構造調整を余儀なくされ、生産量は激減した。一方、硫安は、1960年代後半から70年代にかけて減少傾向にあったものの、その後90年代にかけては生産量が維持されてきた。2023年の生産量はおおむね75万トンとなっており、国内利用のみでなく輸出もされている。

図表1 硫安及び尿素の生産・輸出量の長期的推移



### 肥料の利用形態の変化

日本における肥料の利用形態をさかのぼると、戦後高度経済成長前は、農業そのものがまだ機械化されておらず、田植えも肥料散布も人力で行われていた。また、少しずつ化学肥料が普及しつつあったものの、化成肥料工場は少なく、化学肥料の使用方法としては3成分の肥料を成分ごとに散布する、もしくは農業者が自らブレンドして散布することが中心だった。また、多くの農家がそれぞれ農耕用に牛馬を飼育していたため、それらの糞尿や雑草などを堆肥化して農地に還元していた。

高度成長下では農村から都市への若年労働力移動が急速に進み、農業労働力の不足が課題となった。肥料散布にも省力化が求められるようになり、3成分を一つの粒にまとめて一度に施肥できる化成肥料が普及した。また、重量あたりの肥料含有量が高いほど散布効率がよくなるため、3成分の含有率が30%以上の「高度化成肥料」へのシフトが進んだ。

一般的に「オール14」といわれるN-P-K(14%、14%、14%)の高度化成肥料は、3成分の含有量が同一で、窒素原料として尿素を使わずにりん安・硫安のみで製造できる最高濃度の肥料である。尿素は窒素成分が硫安の2倍以上で輸送や散布効率はよいものの、吸湿性が高く、固結しやすい。特に、日本は湿度が高いため、固結で原料が肥料製造機械に詰まることによる生産性低下が課題となった。それに対し、固結しにくい硫安は肥料メーカーにとって製造工程でハンドリングしやすく、国内で生産されることから調達も安定的である。さらに、生産量が増えればコストダウンにもつながる。その結果、オール14が日本のメジャーな肥料として普及していった。

また、日本農業の基幹作物である稲作では、一般的に春に稲の生長のための施肥をし、その後、収量の確保・増加のために夏に追肥を行う。しかし、真夏の、かつ水が張られた水田圃場での施肥作業は重労働である。そこで、追肥労働の負荷削減のため、尿素を樹脂等で被覆することで溶出量や溶出期間の調節を可能にするコーティング肥料の開発が進められ、追肥が不要で春にだけ肥料を散布する「一発肥料」が 1980 年代に実用化された。コーティング肥料には農業者の省力化とともに、被覆することで吸湿による固結を防げるという製造・流通上のメリットもあり、一発肥料の使用量は増加した。

さらに、機械散布技術も化学肥料を前提として進化した。側条田植え機（田植え機に施肥機を搭載し、代かき後の水田で田植えと同時に株の側方に施肥する）やブロードキャスターなどの散布機械は、粉末状や粘性が強い肥料では、スムーズに、かつ均等に肥料を落とすことが難しい。一方で、粒径を調整して製造される化成肥料は目詰まりを起こしにくく施肥量もコントロールしやすいことから、機械との親和性も高かった。

化学肥料が生産性の向上に寄与する一方で、土壌への有機物の施用量は大幅に減少しており、そのことが地力の低下につながっているとの指摘もある。水田における堆肥の投入量をみると、長期的に減少傾向にあり、足もとの投入量は 30 年前の約 1/4 程度となっている。背景には、堆肥は重量物で散布にかかる労働負担が大きいこと、肥料成分という観点でみると堆肥に含まれる肥料成分は数%で、化学肥料に比べて散布効率が悪いことなどがあげられる。これまでみたように、労働生産性という面からも、また、収量向上という面からも、日本農業の生産性向上に化学肥料が果たしてきた役割は大きい。しかし、化学肥料の過剰施肥は土壌の劣化や地力の低下などを引き起こす恐れがあることにも留意する必要がある。

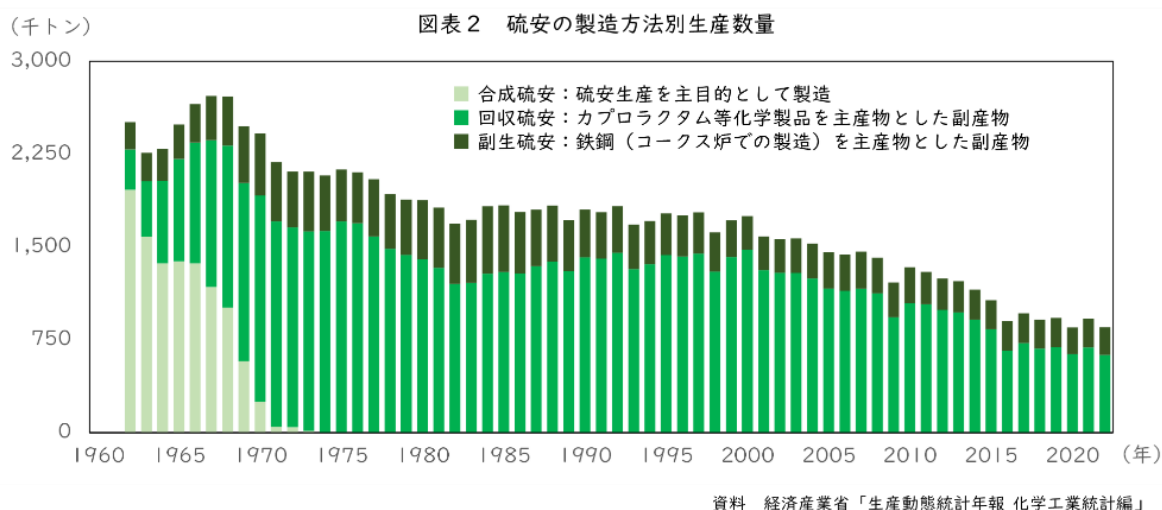
## 日本の硫安生産動向

硫安の製造工程は二つに大別される。ひとつは、合成硫安であり、硫安生産を主目的として製造するもの、もうひとつは、工業製品製造過程の副産物として製造されるプロセスである。後者のうち、主産物が化学製品であるものを回収硫安、鉄鋼製造時に生成される硫安を副生硫安という。

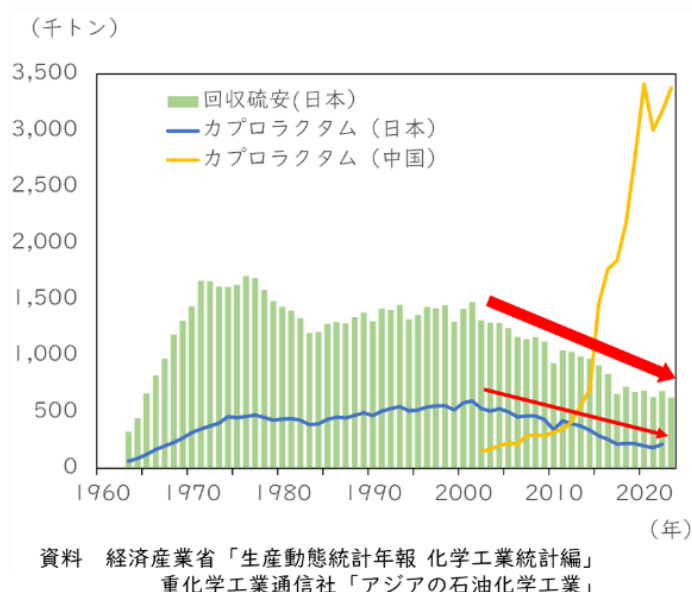
戦前、戦後復興期の硫安生産は合成硫安が中心だった。しかし、硫安そのものを目的生産物とする合成硫安は、副産物として生産される硫安に比べてコスト競争力に劣り、日本の合成硫安製造は 1970 年代になくなった（図表 2）。副産物としての硫安は鉄鋼産業や化学工業の成長に伴って生産量が拡大、特に化学繊維産業の副産物である回収硫安が主流となり、硫安製造の 3/4 が回収硫安となっている。

このうち、回収硫安の主産物として最も多いのが「カプロラクタム」で、「ナイロン」を製造する際の原料となる中間生成物である。ナイロンは、食品包装フィルムや、バスケットボール、スニーカー、車のシート等、日常生活のあらゆる場面に使われている。すなわち、硫安、という副産物を通じて、農業と工業、また、私たちの日常生活がつながっている。

そして、副産物として生産されるということは、その生産量は主産物の生産動向と連動することを意味する。図表3は棒グラフが回収硫安の生産量、青の折れ線グラフが日本のカプロラクタムの生産量を示している。2000年代に入ると、カプロラクタムも、また回収硫安も生産量が減少していることがみてとれる。国内のカプロラクタム生産メーカーの動きをみると、2009年には三菱化学が事業撤退し、2013年には宇部興産が事業縮小、2022年には住友化学も製造設備を停止するなど、事業の縮小・撤退が相次いでいる。その要因には、中国におけるカプロラクタム生産の急激な拡大とそれによる市況の悪化、円高のさらなる進行などを背景に、日本のカプロラクタム生産の競争力が低下したことがあげられる。黄色の折れ線は、中国のカプロラクタム生産量であり、2000年代後半から徐々に生産量が増えて2010年には日本の生産量を上回り、その後加速度的に増加して2019年には300万トンを超えている。



図表3 カプロラクタムと回収硫安の生産量



## 今後の見通し

今後の見通しとしては、硫安のうち、回収硫安の生産量は、国内のカプロ生産最大手のメーカーが2027年3月に生産を停止したことで大きく減少することが見込まれる。また、副生硫安も脱炭素の動きのなかで二酸化炭素発生量の多いコークス炉から電気炉への転換が進むことで、生産量が減少する可能性があり、国産原料は減少することが確実にとなっている。

尿素についてみると、被覆肥料殻が水系に流出することが海洋マイクロプラスチックの原因のひとつであると指摘されている。また、気温上昇の影響で、作物の成長速度と被覆肥料の溶出タイミングが合わず、期待する肥効を発現しにくくなっているということも課題となっており、これらが被覆肥料の利用のブレーキとなる可能性もある。

このように、肥料の安定供給を脅かす要因としては、地政学リスクのみではなく、日本の肥料需給構造に内在するリスクも存在する。

## まとめにかえて

以上のように、日本では、戦後の経済成長のなかで化学工業や鉄鋼産業が発展し、その旺盛な需要に支えられて国内需要を上回り輸出されるほどの硫安生産が可能になっていた。硫安が国内で安定的に確保されてきたことは日本の肥料生産・流通の安定にも資するものであり、そして、需要との関係でも、硫安を原料に作られたオール14は農業労働力の減少を背景とする省力化ニーズにあった化学肥料でもあった。日本の肥料需給構造は、国内で安定調達可能な硫安を基盤とした日本独自のものとして成立してきたといえる（図表4）。

しかし、日本の産業構造の変化や、農業生産における環境配慮の必要性の高まり等により、足もとでその構図が大きく変わりつつある。大きな技術革新を必要とする鉄鋼の製造方法の転換にはまだ時間を要するなど、いきなり硫安生産がなくなる、ということではないものの、これからは、今までとは大きく異なる局面に入ることを前提に、時代の変化に対応しうる新たな肥料の生産・供給体制の構築が求められる。

そのためには、輸入原料の安定供給の確保において、窒素も視野に入れることも検討する必要がある。また、硫安の供給減少が見込まれるなかで、肥料の自給の確保を図るためには硫安に替わる国内資源の肥料利用拡大がより一層重要になる。

これに関連して、食料・農業・農村基本計画には、肥料に関して、「国内資源の肥料利用の拡大」、また、「化学肥料の使用量低減」に関する方向性が記述されており、実際に畜産堆肥等の利用拡大や、これまで肥料として活用されてこなかった未利用資源の発掘・開発にかかる現場での実践や研究開発が進められている。

畜産堆肥のなかでも窒素含有率が高い鶏糞堆肥では、養鶏業者が丁寧に発酵させて含有成分を保証、ブロードキャスターでも播きやすいペレットとして加工する、また、担い手への農地集積が進むなかで、農業者が堆肥を大量に散布できるマニユアスプレッダーを活用、養鶏業者が圃場への散布代行を行うなどして、堆肥活用のネックとなっていた散布作業負担軽減するなど、課題解決につながる現場での取り組みが進んでいる。

また、未利用資源の発掘・開発に向けた取組みとしては、例えば、再生可能エネルギーのひとつである木質バイオマス発電所で発生する燃焼灰の活用に向けた研究がある。木質燃焼灰にはカリウムが多く含まれており、そのまま廃棄すれば産業廃棄物となるが、肥料として農地や林地に還元できれば有価物として活用でき、資源循環にもつながる。

さらに、肥料散布でのドローン活用、圃場情報とリモートセンシングなどを組み合わせた施肥量の調整や、プラコーティングに替わる被覆資材など、新技術の開発・活用も活発化している。

最後に、改正基本法の基本理念に即して考えると、これからの営農技術には、食料安全保障の確保、すなわち生産性の向上のみではなく、環境と調和した農業生産との両立が求められる。担い手への農地集約や企業参入など、農業の経営主体も質的に変化しており、革新的な開発・普及も急速に進むと見込まれる。人・資材・技術をセットとしてとらえた、新たな肥料・施肥技術の開発・改良が進展していくことが期待される。

図表4 日本の肥料需給構造のこれまでとこれから

