

「温室効果ガス削減コムギ栽培 日印共同プロジェクト開始」

二酸化炭素 (CO₂) とともに温暖化の原因となりかつ大気中に増え続けている温室効果ガス「一酸化二窒素 (N₂O)」の排出削減を目指す日本とインドの共同プロジェクトが、スタートした。N₂O の排出を抑える機能を付与されたコムギを世界第二の生産国であるインドのヒンドゥスタン平原で栽培し、ゆくゆくは世界で2億2,500万ヘクタールもの広さに及ぶコムギ生産地全体への普及を目指す。日本側の研究代表機関「国際農水産業研究センター (国際農研)」の研究代表者、飛田哲特定研究主査 (日本大学生物資源科学部教授) は、「温室効果ガスの削減や農業生産性と農民所得の持続的改善を目指す『クライメイト・スマート農業』 (注1) のモデルとしたい」と共同プロジェクトにかける意欲を示している。

(注1) クライメイト・スマート農業 (Climate-Smart Agriculture) : 農業開発と気候変動対応の統合を通じ、持続的な農業生産性の改善、強靱性の強化、温室効果ガス排出量削減を同時に目指す農業の在り方として世界銀行などが普及を目指している。

CO₂ の 298 倍 N₂O の温室効果力

農業は、大気中の窒素を固定する方法「ハーバー・ボッシュ法」が20世紀初めに開発され窒素肥料の大量生産が可能になったことで急速に発展した。窒素肥料の成分であるアンモニア態窒素 (アンモニウム) は、硝化菌と呼ばれる土壌中の細菌によって作物の重要な栄養となる硝酸態窒素へ変えられる。しかし、実際の農業では収量を増やすため過剰な肥料が使われている結果、作物が必要とする以上の硝酸態窒素が生み出されている状況が続く。環境に放出される硝酸態窒素が水質汚染や富栄養化を招くほか、温室効果ガスである N₂O を大気中に放出することによって地球温暖化を加速する懸念が高まっている。N₂O の大気中の濃度は CO₂ に比べるとはるかに低いので、全体として地球温暖化に及ぼす影響は CO₂ より小さいものの、同じ量で比較した場合の温室効果力は CO₂ の 298 倍も高いからだ。



飛田哲国際農研特定研究主査・日本大学教授（左）、右は Guntur V Subbarao 国際農研研究員（インド国籍）＝BNI 機能を付与したコムギを栽培中の国際農研の試験畑（つくば市）で（飛田哲氏提供）

硝化抑制（BNI）機能強化コムギ

窒素利用効率の向上と農業による環境への悪影響削減を目指す共同プロジェクトに用いられるのは、作物自身が根から物質を分泌し硝化を抑制する現象である BNI という機能を付与された BNI 機能強化コムギ。BNI は品種の入れ替えのみが必要な天然由来の技術であるため、生態系を攪乱する恐れも少なく、生産現場に導入しやすい長所を持つ。共同プロジェクトの源流は、南米熱帯の牧草地の牧草で観察された BNI というユニークな現象に国際農研が着目し、1995 年に現地機関と始めた共同研究に発する。2009 年には、この牧草 *Brachiaria humidicola* が持つ BNI 能力を解明した。続いてこの BNI 機能が同じイネ科の主要穀物（トウモロコシ、ソルガムなど）にも存在し、実際に土壤中で硝化抑制を示すことも確認された。

しかし、高い BNI 機能を持つコムギは見つかっていない。国際農研の研究グループは、高い BNI 機能を持つ野生コムギ近縁種である「オオハマニンニク」の染色体の一部をコムギの染色体の一部と置き換える属間交配という手法で、BNI 機能強化コムギの開発に成功した。開発された多収国際コムギ品種「Mun1」

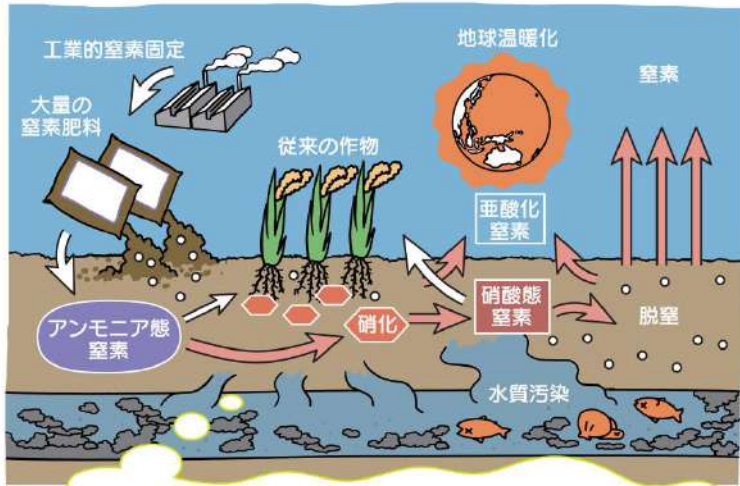
は、BNI 機能が普通のコムギの2倍程度まで強化され、圃（ほ）場で硝化菌の数を抑制し、硝化速度を低下させ、 N_2O 排出量を減らすことが確認された。窒素肥料の量を6割減らしても生産量は減らず、さらにコムギ品質の国際的な標準項目である穀粒のタンパク質含量と製パン特性（膨らみや硬さなど）に差がないことも確かめられている。国際トウモロコシ・コムギ改良センター（メキシコ）、バスク大学（スペイン）、日本大学生物資源科学部との共同研究によるこの最新成果は、8月24日の科学雑誌『Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America (PNAS)』オンライン版に掲載された。



窒素肥料を与えずに栽培した多収国際コムギ品種「Muna1」（左）。右は BNI 機能を付与される前の「Muna1」（つくば市の国際農研試験畑）＝飛田哲氏提供

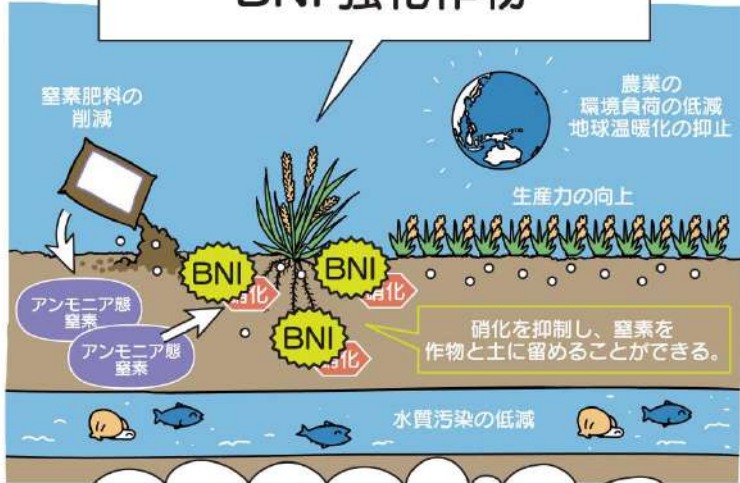
BNA 機能強化作物の役割

これまでの問題点…大量の窒素が自然界に漏れ出している



肥料の窒素が作物に留まらず、土壌細菌により硝化され流出……
水質汚染・地球温暖化のもとになっている。

生物的硝化抑制能をもつ
BNI 強化作物



生産力向上と持続性の両立に貢献できる！

Science Manga Studio (2021)

(飛田哲氏提供)

地球規模課題対応国際プログラムに採択

インドのボーローグ南アジア研究所を主要な相手国研究機関とする共同プロジェクトは、科学技術振興機構、日本医療研究開発機構、国際協力機構(JICA)が共同で実施している地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS：注2)の新規課題に採択されたことで実現した。今年度からスタートする5年計画でインドのコムギ品種のBNI機能を強化し、N₂O放出などをもたらす硝酸態窒素の生成量低減を確認するとともに、環境の異なるインド国内の三つの地域で連携試験を実施し、それぞれの地域でのBNI強化コムギの適応性を評価する。窒素肥料の使用量の削減と窒素による環境汚染軽減の実現が最終的な目標だ。

プロジェクトの代表研究者、飛田哲国際農研特定研究主査(日本大学教授)によると、まず現在ある国際品種から作った多収国際コムギ品種「Mun1」の優位性を圃場で確認することから始め、次にインドの地域優良品種にBNI機能を導入する。最終的にインド政府のコムギ育種プログラムで、地球の窒素循環を改善できる品種を継続的に使用できるようにすることを目指す。インドからはボーローグ南アジア研究所のほかインド農業研究協議会(ICAR)傘下の研究機関も共同研究に加わる予定という。

「緑の革命」の負の状況回復も

世界の食糧問題改善に大きく貢献した「緑の革命」は、主導者である米国の農学者ノーマン・ボーローグ(1914~2009、1970 ノーベル平和賞受賞)が開発した高収量コムギを武器に世界各地の飢餓に苦しむ多くの人々を救ったことで知られる。現在、世界第一のコムギ生産国となっている中国とともに、第二のコムギ生産国インドも「緑の革命」の恩恵を最も受けた国の一つだ。他方、この「緑の革命」は飛田教授によると「食料増産が人口増加を支えた一方、高収量品種と窒素肥料などの多投入を基礎としているため、工業的に作られた窒素肥料が、地球の処理能力を超えた窒素量を農地に投入する結果を招いた」というマイナス面も持つ。

「現在も、人口増加は進んでおり、ますます食料は必要とされている。一方で、既に地球の窒素循環はすでに処理能力を超えてしまっており、BNIの農業での活用は、これに対応するひとつの選択肢としてたいへん有望と考えている。『緑の革命』の恩恵を最も受けたインドでの成果が、世界での『クライメイト・スマート農業』のモデルケースになることを期待している」。飛田教授はこのように語っている。

ブラジル、中国、インドの排出増顕著

N₂O が気候変動に及ぼす影響については、国際研究計画「グローバル・カーボン・プロジェクト」が昨年 10 月、報告書「世界の一酸化二窒素収支 2020」を公表している。それによると大気中の N₂O 濃度は工業化が始まる前の 1750 年に 270 ppb（ppb は 10 億分の 1。1 ppb は 0.001ppm）だったのが、2018 年には 331 ppb まで増加（約 23%増）した。この増加傾向は今後も数十年間続き、2050 年までに倍増する可能性がある。現在、N₂O 排出量の約 40%は人間の活動による人為的排出量とされるが、食料、飼料、繊維、エネルギーの需要が高まり、廃棄物や産業活動による排出がさらに増えるためだ。さらに最近 10 年間の世界の人為的な N₂O 排出総量をみると、農業生産を起源とする排出が 82%を占める。排出地域では経済成長が急速な国、特にブラジル、中国、インドからの排出量増加が最も顕著で、作物生産や家畜頭数が急増していることによる、とされている。

温暖化に最も大きな影響を持つ CO₂の大気中濃度は、昨年 11 月に公表された世界気象機関（WMO）の温室効果年報第 16 号によると、2019 年に 410.5ppm。工業化前の 1750 年に比べると 48%増えている。日本政府が 2050 年までに大気中の CO₂収支を実質ゼロとする「カーボンニュートラル」を表明しているのをはじめ、現在、CO₂放出削減は世界主要国共通の目標になっている。しかし、地球温暖化をもたらす温室効果ガスは CO₂だけではない。WMO 温室効果年報第 16 号によると、地球温暖化に及ぼす大気中の CO₂の寄与度は長寿命の温室効果ガス全体の約 66%とされる。他の温室効果ガスの中で N₂O の寄与度は、約 7%。CO₂の次に影響の大きなメタン約 16%に次ぐ、3 番目の大きさだ。N₂O の大気中濃度は CO₂に比べると千分の 1 以下だが、同じ量（濃度）で比較すると温室効果は CO₂の 298 倍も高いことから、全体としては CO₂の 10 分の 1 以上に相当する影響力を持つということだ。

WMO によると 2019 年の N₂O の世界平均大気中濃度は 332ppb で前年からさらに 0.9 ppb 増加した。

（注 2）SATREPS（地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム）：政府開発援助（ODA）に日本の科学技術力も活用する「科学技術外交」という新しい視点に立った具体的取り組みが必要だとする総合科学技術会議（現総合科学技術・イノベーション会議）の提言により、2008 年に科学技術振興機構の「地球規模課題対応国際科学技術協力事業」として創設された。ひとつの国や地域にとどまらない地球温暖化や感染症対策、防災をはじめとする地球規模課題に対し、日本と開発途上国の研究者が 3~5 年間、共同で研究を行う。これまで世界 53

カ国で 168 プロジェクト（1 課題当たり研究費は年間 1 億円規模）を実施している。経済協力開発機構 (OECD) をはじめ国際的な評価も高い。

小岩井忠道（科学記者）

参考サイト

SATREPS 「生物的硝化抑制（BNI）技術を用いたヒンドゥスタン平原における窒素利用効率に優れた小麦栽培体系の確立」

[生物的硝化抑制（BNI）技術を用いたヒンドゥスタン平原における窒素利用効率に優れた小麦栽培体系の確立（jst.go.jp）](http://jst.go.jp)

国際農研「世界初！少ない窒素肥料で高い生産性を示すコムギの開発に成功—窒素汚染防止と食料増産をアンモニウムの活用で両立—」

[世界初！少ない窒素肥料で高い生産性を示すコムギの開発に成功—窒素汚染防止と食料増産をアンモニウムの活用で両立— | 国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター | JIRCAS](http://www.jircas.go.jp)

国際協力機構「2021 年度『地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）』新規採択案件の決定について」

[2021 年度「地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）」新規採択案件の決定について | 2021 年度 | ニュースリリース | ニュース - JICA](http://www.jica.go.jp)

国立環境研究所、海洋研究開発機構、フューチャー・アース日本ハブ「世界の一酸化二窒素（N₂O）収支 2020 年版を公開」

[世界の一酸化二窒素（N₂O）収支 2020 年版を公開 | 2020 年度 | 国立環境研究所（nies.go.jp）](http://nies.go.jp)

WMO 温室効果ガス年報（気象庁訳）

[GHG_Bulletin-16_j.pdf（jma.go.jp）](http://www.jma.go.jp)

関連記事

2015 年 9 月 14 日サイエンスポータル「実り多い防災分野の国際協力」（本藏義守地震調査研究推進本部地震調査委員会委員長、東京工業大学 名誉教授）

[「予知に頼らない地震対策目指し」 第 3 回「実り多い防災分野の国際協力」（本藏義守 氏 / 地震調査研究推進本部 地震調査委員会 委員長、東京工業大学 名誉教授） | Science Portal - 科学技術の最新情報サイト「サイエンスポータル」（jst.go.jp）](http://www.jst.go.jp)

2015 年 5 月 13 日サイエンスポータル「科学技術外交ようやく日本外交の柱に？」

[科学技術外交ようやく日本外交の柱に？ | Science Portal - 科学技術の最](http://www.jst.go.jp)

[新情報サイト「サイエンスポータル」 \(jst.go.jp\)](http://jst.go.jp)

2011年8月16日サイエンスポータル「多様な国際協力は日本の生命線」(永野博 OECD グローバル・サイエンス・フォーラム 議長)

[第3回「多様な国際協力は日本の生命線」\(永野博氏 / OECD グローバル・サイエンス・フォーラム 議長\) | Science Portal - 科学技術の最新情報サイト「サイエンスポータル」 \(jst.go.jp\)](http://jst.go.jp)

2010年1月21日サイエンスポータル「乾燥地生物資源の有効利用を 科学技術外交の視点から」(磯田博子筑波大学大学院生命環境科学研究科教授)

[乾燥地生物資源の有効利用を - 科学技術外交の視点から \(磯田博子氏 / 筑波大学大学院 生命環境科学研究科 教授\) | Science Portal - 科学技術の最新情報サイト「サイエンスポータル」 \(jst.go.jp\)](http://jst.go.jp)

2009年11月11日サイエンスポータル「東アジアで新たな研究協力の形を」(白石隆総合科学技術会議議員)

[東アジアで新たな研究協力の形を \(白石隆氏 / 総合科学技術会議 議員\) | Science Portal - 科学技術の最新情報サイト「サイエンスポータル」 \(jst.go.jp\)](http://jst.go.jp)

2008年11月21日サイエンスポータル「急がれるアジアをはじめとした開発途上国との協力」(井上孝太郎科学技術振興機構上席フェロー)

[第1回「急がれるアジアをはじめとした開発途上国との協力」\(井上孝太郎氏 / 科学技術振興機構 上席フェロー\(地球規模課題対応国際科学技術協力事業担当\)\) | Science Portal - 科学技術の最新情報サイト「サイエンスポータル」 \(jst.go.jp\)](http://jst.go.jp)

2007年4月26日サイエンスポータル「科学技術外交の積極的展開へ」

[科学技術外交の積極的展開へ | Science Portal - 科学技術の最新情報サイト「サイエンスポータル」 \(jst.go.jp\)](http://jst.go.jp)