

FNCA 2016年度 バイオ肥料・電子加速器プロジェクト合同ワークショップ 合同セッション1・2サマリー(仮訳)

合同セッション 1 植物生長促進剤(PGP)に関するカントリーレポート -電子加速器利用プロジェクト-

Part 1 実用化に向けた課題

1-1-1) バングラデシュ (Dr Salma Sultana、バングラデシュ原子力委員会(BAEC))

2016年4月から7月にかけて、バングラデシュ原子力研究所(シャバール)の敷地内で圃場試験を実施し、オリゴキトサン(生長促進剤)の葉面散布がトウモロコシの形態学的特性、生育、収量特性および種子収量に及ぼす影響を調査した。100ppm オリゴキトサンに24時間浸漬した種子を播種した。4~6日後に発芽が観察され、1回目の散布を幼苗期に実施した。試験濃度として、4種のオリゴキトサン濃度、すなわち0(対照)、50、75および100ppmを設定し、収穫まで10日毎にオリゴキトサンを散布した。試験の結果、生長初期にキトサンを葉面散布すると、形態学的パラメーター(草丈、植物体あたりの葉数、葉の長さおよび幅)、生理学的パラメーター(植物体あたりの総乾燥質量、絶対生長速度および収穫指数)および収量構成要素に向上が見られ、結果的にトウモロコシの種子収量が増大した。最も高いトウモロコシ種子収量が得られたのは、75および100ppm オリゴキトサン処理区であった。したがって、トウモロコシでは75ppmのオリゴキトサンを生育初期に葉面散布することで、種子収量の最大化を図ることができる。

1-1-2) モンゴル (Dr Amartaivan Tsenddavaa、モンゴル国立大学)

ベトナムグループにより製造されたオリゴキトサンを用いて、オオムギのバイオマス量および光合成活性への効果を調査した。その結果、40~60ppmのオリゴキトサン濃度が効果的であることが示された。

モンゴルにはオリゴキトサンを製造するための原料が存在しないため、PGPの製造に重点を置く予定はないが、植物に対するPGPの効果については研究を行っていくつもりである。

1-1-3) フィリピン (Mr Fernando Aurigue、フィリピン原子力研究所(PNRI))

フィリピン原子力研究所の放射線分解 κ -カラギーナン製品について、フィリピン国内での実用化を促進するためには、肥料農薬庁(FPA)への登録が必要である。植物生長促進剤(PGP)として大規模評価を実施するためには、まず同製品の試験使用許可をFPAから取得し、国内複数地点で2シーズン以上にわたって圃場試験を実施する必要がある。

5つの地域(ルソン島の3か所、ビサヤ地方の1か所およびミンダナオ島の1か所)の農家圃場でイネを用いて実施した試験では、PGPを葉面散布した場合に37~64%の収量増大が見られた。この収量増大は、これまでに観察および報告されているいくつかの理由に起因する。ただし、ミンダナオ島南サンボアング州ではエルニーニョの影響でイネが死滅したため、

またルソン島カガヤン州では直近の台風によりイネが被害を受けたため、この 2 つのシーズンについてはデータが不完全である。

リョクトウおよび落花生については、ルソン島内の 3 つの地域で圃場試験を実施した。その結果、現地慣行栽培法に PGP 処理を補足した場合、リョクトウでは 33～87%、トウモロコシでは 18～30%の収量増大が得られ、その理由について述べられている。同地域でのデータをもう 1 シーズン分収集する必要がある、さらにビサヤおよびミンダナオ島でも 2017 年に圃場試験を開始する予定である。

さらに、 κ -カラギーナン PGP の効果について、他の作物、例えばピーマン、レタス、キャベツ、ブロッコリーおよびイチゴでも試験する予定である。

Part 2 実用化の実現および新たな試験も含めた研究の現状

1-2-1) インドネシア (Dr Darmawan Darwis、インドネシア原子力庁(BATAN))

ガンマ線照射によりオリゴキトサンを製造するため、キトサンに 75 kGy を照射した。出発原料としてエビ殻を使用する。オリゴキトサンを植物生長促進剤およびエリシターとしていくつかの植物種に散布し、圃場試験を実施した。結果は以下の通りである。

1. オリゴキトサンをタマネギに散布した結果：

- a) 化学肥料の使用量が推奨使用量の 1/2 にまで減少した
- b) 防カビ剤、殺菌剤の使用量が減少した、あるいは不要になったことから、オリゴキトサンがエリシターとして作用する
- c) 草丈および葉数が増大した
- d) 収量が最大で 26.3%増大した、
- e) 乾燥減量が低減した
- f) 対照区に比べて高品質の塊茎が生産され、塊茎サイズが増大した

2. オリゴキトサンを胡椒 Piper Albi Linn に散布した結果：

- a) 主茎の生長が促進された。対照区に比べて茎が強健になった
- b) 腋芽数が増大した
- c) 病害、特に低度から軽度の萎黄病に罹患した植物が回復した
- d) オリゴキトサン処理した植物体では、対照区（オリゴキトサン未処理）に比べて液果（コショウの実）のサイズおよび重量が増大した

3. クロコショウ苗におけるオリゴキトサンとバイオ肥料の併用処理。

クロコショウの苗床にオリゴキトサンとバイオ肥料(superbios)を施用した。その結果、オリゴキトサンとバイオ肥料の両方を散布すると、種子の生長が早くなり、枯死率が低下し、腋芽数が増加し、主茎が長くなることが判明した。オリゴキトサンの最適使用濃度は 50ppm であり、バイオ肥料は 5g であった。半圃場試験で唐辛子にオリゴキトサンとバイオ肥料を併用処理した場合にも、同様な結果が得られた。オリゴキトサンとバイオ肥料は、草丈、幹径、唐辛子の樹幹および収量に対して相乗効果を示す。

1-2-2) 日本（玉田正男氏、量子科学技術研究開発機構(QST)）

日本では、2006 年度にアルギン酸塩およびキトサン等の多糖類の放射線誘起分解に関する研究を開始し、環境にやさしい植物生長促進剤（PGP）の製造を目指している。PGP の葉面散布により、コマツナ、ミズナ等の緑色葉野菜のバイオマスが増大した。分解多糖類の分子量が植物の生長に及ぼす影響を調査するため、放射線照射したキトサンを、限外ろ過膜によりサイズ別に分画した。1～3kDa の分子量では、植物生長に対して比較的高い活性が見られたが、これはアルコール脱水素酵素、フェニルアラニンアンモニアリアーゼ、キチナーゼ等の病原性関連タンパク質の増加に起因する。キトサンから作られた PGP については、日本原子力研究開発機構技術移転促進プログラムの資金援助の下、ゴルフ場用のコヌカグサを用いた PGP のポット試験および幼苗試験が実施された後、2009 年に「オリゴグルコサミン-L」という植物活性剤として商品化された。商品化の際、とりわけ魅力的であったのが、シクラメンの生存率に対するエリシター効果であった。萎ちよう病感染により 60%まで低下した生存率が、90%の水準で維持された。さらなる PGP の商品化に向けた取り組みも継続中であり、展示会やセミナーで PGP の利点について発信するとともに、技術相談を通じてエンドユーザーとの共同研究を始めている。

1-2-3) マレーシア（Dr Marina Binti Talib、マレーシア原子力庁(Nuclear Malaysia)）

これらの環境にやさしい PGP 製品は、イネ、唐辛子等様々な作物の圃場試験において、収量を有意に増大させた。突然変異育種グループとの共同研究により、PGP とバイオ肥料との相乗効果を調査した。

- i. イネ突然変異品種へのオリゴキトサン、バイオ肥料、燐煙液を含む NM 農業パッケージの散布：（a）MR219（対照）、（b）MR219-9 および（c）MR219-4
- ii. 処理：
 - 1-Bioliquidfert+燐煙液
 - 2-オリゴキトサン（100ppm）+燐煙液
 - 3-Bioliquidfert+オリゴキトサン（100ppm）+燐煙液
 - 4-対照（慣行栽培法）



圃場試験中に収集されたデータからは、バイオ肥料とオリゴキトサンの相乗効果は確認できなかった。イネの生長促進または収量増大をもたらす相乗効果について調べるためには、併用処理（バイオ肥料およびオリゴキトサン）および単独処理（バイオ肥料またはオリゴキトサンのみ）に対するイネの反応についてさらなる試験を実施することが極めて重要である。

相乗効果について調べるために、さらなる試験を現在実施中であり、今後も予定している。

放射線加工による超吸水材（SWA）の製造については、まだ砂質土でのタマネギのポット試験の段階である。

1-2-4) タイ (Dr Phyrityorn Suwanamala、タイ原子力研究所 (TINT))

キャッサバデンプンへのアクリル酸の放射線誘起グラフト重合により、超吸水材（SWA）を合成した。300kg/日の生産量を備えた SWA 製造用パイロットプラントが、ナコーン・ナーヨック県のタイ原子力研究所（TINT）に建設された。TINT の研究者らが、アスパラガスによる SWA の圃場試験をタイ中央部のロッブリー県で実施した。SWA がアスパラガスの生長に及ぼす影響を調査した結果、SWA の施用はアスパラガスの草丈に対して統計学的に有意な効果を示した。SWA により、かんがい用水を削減することができた。

TINT は、ゴム植林援助基金（ORRAF）と協力して「ゴム移植材の生存率向上のためのバイオプラスチック製ルートトレーナーおよび超吸水材」というプロジェクトを実施している。同プロジェクトは、予算局から年間 15,000 ドルの資金援助を 3 年間受けている。TINT は、ゴム幼植物用の生分解性ルートトレーナーを供給するとともに、移植時に使用する SWA も供給する予定である。プロジェクトのそれ以外の部分については ORRAF が担当し、適切な圃場の探索からデータ収集まで行う。今後、同プロジェクトでは、TINT の事業開発ユニットと協力し、農業用超吸水材を商業化するビジネスの可能性について、ケーススタディを実施する予定である。

1-2-5) ベトナム (Dr Nguyen Quoc Hien、ベトナム原子力研究所 (VINATOM))

ダイズ (*Glycine max* L.) の種子収量に対するオリゴキトサン（分子量～5,000 g/mol）およびオリゴキトサン/ナノシリカ混合物の葉面散布の効果を調査した。オリゴキトサン（50 mg/L）およびオリゴキトサン/ナノシリカ（50mg/L : 50mg/L）を散布すると、ダイズの種子収量がそれぞれ 10.5%および 17.0%増大した。オリゴキトサンおよびオリゴキトサン/ナノシリカをダイズの生長促進剤として使用した場合の純利益は、対照の水処理区に比べてそれぞれ 120 ドル/ha および 220 ドル/ha と試算された。ラン (*Dendrobium sonia white*) の組織培養に対するオリゴキトサンの効果についても調査を行った結果、最適濃度である 20 mg/L において、液体培地中のプロトコーム様体の重量が約 21 倍増加したのに対し、対照のオリゴキトサン未処理区では 11 倍にとどまった。さらに、15mg/L のオリゴキトサンを添加した寒天培地では、プロトコームから 5.3 個の小植物体が生成されたが、対照区では 1.5 個であった。したがって、オリゴキトサンは、ダイズおよびランの植物組織に対して効果的な植物生長促進作用を示す。また、オリゴキトサンの補給がカイヤン (*Pangasianodon hypophtalmus*) の生長および耐病性に及ぼす影響についても調査した。その結果、100ppm オリゴキトサンを補給したカイヤンの体重増加量は、対照区（オリゴキトサン未補給）に比べて約 18%増大した。メコン・デルタ地域で大規模養殖場試験を実施し、～500,000 匹のカイヤンを対象に体重増加量に対するオリゴキトサンの効果を試験した。

合同セッション2 バイオ肥料と PGP の相乗効果に関する報告

ーバイオ肥料プロジェクトー

2-1) バングラデシュ (Dr Md Kamruzzaman Pramanik、バングラデシュ原子力委員会(BAEC))

イネに対するオリゴキトサンとバイオ肥料の相乗効果

イネに対する植物生長促進剤(PGP としてのオリゴキトサン)とバイオ肥料 (BF) の相乗効果を調査するため、これらを化学肥料(CF)とともに使用したポット試験を実施した。イネ品種 BIRRI-29 に、種々の単独処理(化学肥料、オリゴキトサン 50/100ppm または BF を別々に処理)および併用処理(尿素あり/なしの CF+BF、尿素あり/なしの CF+オリゴキトサン 50/100ppm、および尿素あり/なしの CF+オリゴキトサン 50/100 ppm + BF)を施した。

いずれの単独処理も、対照に比べて葉数、草丈、ポット当たりの分けつ数および穂数を改善する効果を示した。単独処理区のうち、最も葉数が多かったのは 100ppm オリゴキトサン処理区であり、最も背丈が高かったのは 50ppm オリゴキトサン処理区であり、最も分けつ数および穂数が多かったのは BF 処理区であった。

尿素あり/なしの CF+オリゴキトサン 50/100ppm の併用処理では、対照に比べて草丈、分けつ数および穂数が改善された。これらの併用処理区のうち、最も草丈が高かったのは尿素ありの CF+100ppm オリゴキトサン処理区であり、分けつ数および穂数が最も多かったのは尿素ありの CF+100ppm オリゴキトサン処理区であった。

尿素あり/なしの CF+BF の併用処理でも、すべてのパラメーターに関して対照区に比べて好ましい結果が得られた。分けつ数および穂数に関しては、どちらの併用処理(尿素ありの CF+BF、尿素なしの CF+BF)でも同等の効果が得られた。

尿素あり/なしの CF+オリゴキトサン 50/100ppm+BF の併用処理でも、すべてのパラメーターが対照に比べて改善された。これらの併用処理区のうち、最も葉数および分けつ数が多く、最も草丈が高かったのは、尿素ありの CF+100ppm オリゴキトサン+BF の併用処理区であった。これらの併用処理(尿素あり/なしの CF+オリゴキトサン 50/100ppm+BF)は、対照との比較ではイネへのプラスの影響が認められたが、他の(単独および併用)処理との比較では有意な相乗効果は認められなかった。まだイネを収穫しておらず、収量データを得られていないため、本試験は現在も進行中である。

2-2) 中国 (Dr. Fan Bingquan、中国農業科学院 (CAAS))

2016 年に、ポット試験条件下でのトウモロコシに対するオリゴキトサンとバイオ肥料の相乗効果を調べた。

材料および方法：オリゴキトサンは土壌 1kg あたり 300mg の割合で使用し、化学肥料は土壌 1kg あたり N 100mg、P₂O₅ 75 mg および K₂O 50mg の割合で使用した。化学肥料およびバイオ肥料(1 ポットあたり 5g の割合、 2×10^8 cfu/g)を土壌と十分混合した。オリゴキトサン溶液を、種子の下に土壌に添加した。

結果：試験の結果、オリゴキトサンは対照に比べてトウモロコシのバイオマス重量を有意に

増大させた。 ^{60}Co ガンマ線を照射したオリゴキトサンでは、トウモロコシバイオマスの増大が見られ、線量 20kGy では 42.6%、線量 75kGy では 41.5%増加した。非照射キトサンでもバイオマス収量の増大が見られ、41.3%増加した(表 1)。オリゴキトサンとバイオ肥料の間には正の効果が見られた。オリゴキトサンとバイオ肥料 Y16 を併用すると、トウモロコシのバイオマスが対照に比べて大幅に増大した。最もバイオマスが高かったのは、75kGy を照射したオリゴキトサンを処理した場合(54.4%増加)であり、次に高かったのが 20kGy 照射区(42.5%増加)であった(表 2)。オリゴキトサンとバイオ肥料 Y16 を併用すると、化学肥料が施用された土壌であってもトウモロコシのバイオマスが増大することが判明した。つまり、バイオ肥料およびオリゴキトサンと一緒に化学肥料を使用してもよいことを意味する(表 3)。

表 1 トウモロコシにおけるキトサンの照射線量と効果 (g/pot)

処理	オリゴキトサンへのガンマ線照射(^{60}Co)線量(kGy)							
	0	20	35	50	75	100	200	300
対照区	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2
オリゴキトサン (300ppm)	24.30	24.53	17.12	19.04	24.34	22.09	20.93	24.10
増収率 %	41.3	42.6	-0.5	10.7	41.5	28.4	21.7	40.1

表 2 トウモロコシ生重量におけるバイオ肥料とオリゴキトサンとバイオ肥料 Y16 との相乗効果(g/ポット)

処理	オリゴキトサンにおける照射線量(kGy)							
	0	20	35	50	75	100	200	300
Y16(CK)	16.91	16.91	16.91	16.91	16.91	16.91	16.91	16.91
Y16+オリゴキトサン (300ppm)	23.51	24.11	23.74	20.25	26.11	21.66	20.67	20.75
増収率 %	39.03	42.5	40.4	19.7	54.4	28.1	22.2	22.7

表 3 化学肥料施用条件化でのトウモロコシ生重量におけるバイオ肥料 Y16 とオリゴキサンの併用効果 (g/ポット)

BF	CF (N-P-K)	キトサン (ppm)	生体重 (g/ポット)	BF	CF (N-P-K)	キトサン (ppm)	生体重 (g/pot)
Y16	0	0	17.49	C2	0	0	21.87
Y16	100-75-50	0	23.16	C2	100-75-50	0	23.85
Y16	100-75-50	300	25.79	C2	100-75-50	300	25.61

* BF:バイオ肥料、CF:化学肥料

2-3) インドネシア (Prof. Dr Iswandi Anas、ボゴール農業大学 (IPB))

オリゴキトサンおよびバイオ肥料は、いくつかの作物で生長および収量を増大させることが報告されている。本研究の目的は、トウガラシの生長および収量改善におけるオリゴキトサンとバイオ肥料 Super Biost の相乗効果を評価することであった。

材料および方法：

トウガラシ品種 PM 999 F1、化学肥料(1ha あたりの標準用量)：尿素(200kg)、ZA(500kg)、SP-36(400kg)および KCl(200kg)、Batan 製オリゴキトサン(0, 25, 50, 100ppm)、バイオ有機 Super Biost(0, 10, 20g/植物体)

表 1 研究における処理

No	処理	種類
1	推奨施肥量	尿素 (200 kg), ZA (500 kg), SP36 (400 kg), KCl (200 kg) / ha
2	K ₀ B ₀	推奨施肥量 75% + 0 ppm オリゴキトサン + Super Biost 0g
3	K ₀ B ₁	推奨施肥量 75% + 0 ppm オリゴキトサン + Super Biost 10g
4	K ₀ B ₂	推奨施肥量 75% + 0 ppm オリゴキトサン + Super Biost 20g
5	K ₁ B ₀	推奨施肥量 75% + 25 ppm オリゴキトサン + Super Biost 0g
6	K ₁ B ₁	推奨施肥量 75% + 25 ppm オリゴキトサン + Super Biost 10g
7	K ₁ B ₂	推奨施肥量 75% + 25 ppm オリゴキトサン + Super Biost 20g
8	K ₂ B ₀	推奨施肥量 75% + 50 ppm オリゴキトサン + Super Biost 0g
9	K ₂ B ₁	推奨施肥量 75% + 50 ppm オリゴキトサン + Super Biost 10g
10	K ₂ B ₂	推奨施肥量 75% + 50 ppm オリゴキトサン + Super Biost 20g
11	K ₃ B ₀	推奨施肥量 75% + 100 ppm オリゴキトサン + Super Biost 0g
12	K ₃ B ₂	推奨施肥量 75% + 100 ppm オリゴキトサン + Super Biost 10g
13	K ₃ B ₃	推奨施肥量 75% + 100 ppm オリゴキトサン + Super Biost 20g

結果：

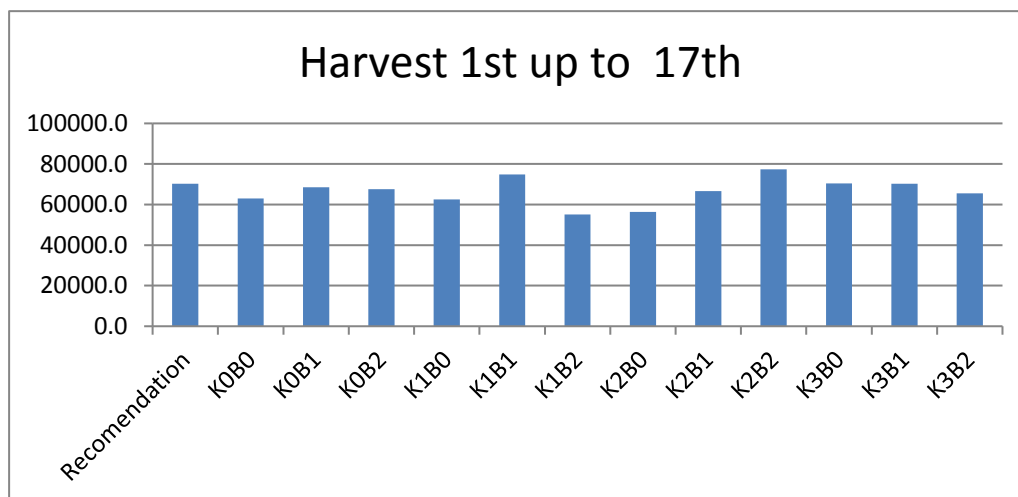
表 2 6 回収後の累積収量

No	処理	植物収量						重量 (g)
		1	2	3	4	5	6	
1	推奨量	33.66	194.12	1923	1400	3251	3351	10153
2	K ₀ B ₀	49.54	194.26	1658	1123	3180	3378	9583

3	K ₀ B ₁	133.22	517.06	2096	2032	3501	4083	12362
4	K ₀ B ₂	23.28	456.38	2378	1713	3154	3741	11466
5	K ₁ B ₀	62.91	358.33	4412	1812	3199	3465	13309
6	K ₁ B ₁	38.22	292.7	2072	1962	3539	4427	12331
7	K ₁ B ₂	122.02	481.19	2241	1668	2997	3129	10638
8	K ₂ B ₀	56.04	297.44	1852	1424	2778	3185	9592
9	K ₂ B ₁	29.35	423	1750	1443	2608	3772	10025
10	K ₂ B ₂	142.52	590.24	2883	1955	3610	4956	14137
11	K ₃ B ₀	87.34	442.52	2118	1667	2887	3450	10652
12	K ₃ B ₁	222.72	554.7	2293	1999	3337	4730	13136
13	K ₃ B ₂	113.6	351	1943	1700	3143	4149	11400

表 3 17 回収穫後の累積収量

No	処理	植物収量(g)			
		1～5 回	1～10 回	1～15 回	1～17 回
1	推奨量	6801.8	47786.8	69536.8	70218.8
2	K ₀ B ₀	6204.8	42925.8	62375.7	62931.7
3	K ₀ B ₁	8279.3	52263.3	67916.3	68469.3
4	K ₀ B ₂	7724.7	46832.7	67013.7	67596.7
5	K ₁ B ₀	7344.2	44203.2	61939.2	62447.2
6	K ₁ B ₁	7903.9	55319.9	74286.9	74788.9
7	K ₁ B ₂	7509.2	39487.2	54657.2	55175.2
8	K ₂ B ₀	6407.5	38931.5	55764.5	56338.5
9	K ₂ B ₁	6253.4	45075.4	66372.5	66641.5
10	K ₂ B ₂	9180.8	57230.8	76064.0	77385.0
11	K ₃ B ₀	7201.9	52998.9	69339.4	70412.4
12	K ₃ B ₁	8406.4	52434.4	69404.4	70302.4
13	K ₃ B ₂	7250.6	50186.6	65290.5	65582.5



結論：

1. トウガラシの生長および収量に関して、オリゴキトサンとバイオ肥料との間に相乗効果が見られた。
2. オリゴキトサン 50ppm とバイオ有機肥料 Biost 20g を併用処理した場合に、唐辛子の生収量が最も高くなった。

2-4) 日本(安藤象太郎氏、国際農林水産業研究センター(JIRCAS))

キトサンは、β-(1-4)-結合した D-グルコサミンから構成される直鎖型多糖類である。オリゴキ

トサンは、キトサンにγ線を照射することで得られる低分子量のキトサンであり、イネ、オムギ、ダイズ等の植物の生長を促進する効果を有する。

バイオ農薬とオリゴキトサン植物生長促進剤(PGP)の相乗効果について調査した。*Pseudomonas fluorescens* FPH9601 株を含むライブコートで、トマト種子をコーティングした。オリゴキトサン単独処理では、トマト苗の発芽および生長に変化は見られず、トマト青枯病の発生を抑制できなかった。オリゴキトサンとライブコートの併用処理では、ライブコート処理したトマト種子の播種と同時にオリゴキトサンを施用した場合、オリゴキトサン濃度を増加させてもトマト青枯病に対する抑制効果は増強されなかった。

ところが、病原菌で汚染された土壌に苗を移植する 1 日前に苗をオリゴキトサンで処理すると、オリゴキトサンまたはライブコートを単独で処理した場合に比べ、病原菌に対する抑制効果が大幅に向上した。

同様な相乗効果は、圃場試験でも確認された。トマト種子を *Pseudomonas fluorescens* FPH9601 株で処理し、移植後の苗にオリゴキトサンを散布した。オリゴキトサンは、バイオ農薬で処理した苗において耐病性を誘導したのではないかと示唆された。

2-5) マレーシア (Ms Rosnani Binti Abdul Rashid、マレーシア原子力庁(Nuclear Malaysia))

マレーシアは、管理条件下で温室栽培された葉物野菜(アブラナ属)、観賞植物(ハイビスカス)、イネ等の作物に対するバイオ肥料およびオリゴキトサンの効果について報告した。バイオ肥料を単独で処理したアブラナ属植物では、オリゴキトサンを単独処理およびバイオ肥料+オリゴキトサンを併用処理した場合に比べ、植物バイオマスおよび根長の増大が見られた。葉物野菜の試験では、供試した処理のうち化学肥料が、バイオマスに関して最良の結果をもたらした。バイオ肥料を施用した植物にオリゴキトサン処理を併用すると、カイラン(*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*、アブラナ属)の根長にある程度の反応が見られた。しかし、オリゴキトサン単独処理区の植物体では、他の処理区に比べて、葉の大きさに関して良好な反応が見られた。試験は現在も進行中であり、植物体の N-15 同位体データから、バイオ肥料および植物生長促進剤の存在下で栽培したカイランの窒素栄養分に関する理解が得られるであろう。ハイビスカスの試験では、液体のバイオ肥料単独および液体のバイオ肥料+オリゴキトサンで処理した突然変異体は、草丈が高くなり、葉の緑色が濃くなった。オリゴキトサンで処理した植物体では、コナジラミの被害が軽減された。液体のバイオ肥料単独処理区のハイビスカス突然変異体の根、茎および葉の乾物重は、他の試験区に比べて増大していた。イネでは、バイオ肥料とオリゴキトサンとの間に明確な相乗効果は見られなかった。併用処理(バイオ肥料およびオリゴキトサン)および単独処理(バイオ肥料またはオリゴキトサンのみ)に対するイネの反応については、さらなる試験を実施する必要がある。概して、バイオ肥料とオリゴキトサンの相乗効果を示す証拠はあまりなく、バイオ肥料またはオリゴキトサンの単独処理でも生長または収量が増大する場合が多い。相乗効果を調査するため、さらなる試験を現在実施中であり、今後も予定している。

2-6) タイ (Dr. Phatchayaphon Meunchang、タイ農業局(DOA))

バイオ肥料は、大気中の窒素を固定するか作物によるミネラル吸収を増大させることで、作物に必須のミネラルを供給可能な生きた微生物を含む肥料である。2013年に、PGPR バイオ肥料生産の向上を目的として、ガンマ線照射により開発された滅菌キャリアに関する試験を開始した。試験の結果、酸性硫酸塩土壌とバーク堆肥の混合材から作られたキャリアでは、*Azospirillum brasilense*(TS29)および *Burkholderia vietnamensis*(S45)の生菌数が、タイの肥料法に規定されている最低細菌密度(10^6 細胞/g 以上)を上回る値で、6 ヶ月以上にわたり維持された。

PGP は植物生長促進物質であり、直接的または間接的な作用により植物の生長を促進する。オリゴキトサンはオリゴポリマーを含む製品であるが、植物の生長を促進するメカニズムについては不明である。エリシターとして作用する可能性もある。

タイ北東部の砂質土において、圃場試験を実施した。試験は、以下の 6 処理を 4 反復の RCB により実施した：1) 100%化学肥料、2) 75%化学肥料、3) 75%化学肥料+PGPR、4) 75%化学肥料+オリゴキトサン、5) 75%化学肥料+PGPR+オリゴキトサン、6) 対照(無施肥)。化学肥料の推奨値については、土壌肥沃度を分析して決定した。

イネ品種 Jasmine 105 の試験において、100%化学肥料処理区では、対照区(無施肥)に比べてイネ収量に有意な増大は見られなかった。同試験では、PGPR バイオ肥料およびオリゴキトサン処理でも、イネ収量は増大しなかった。これは、イネ品種 Jasmine 105 は施肥に対する応答性が低いことに起因していた。しかし、同試験で肥料の割合を 100%から 25%削減すると、バイオ肥料とオリゴキトサンの相乗効果の傾向が見られた。ただし、PGP または PGPR バイオ肥料の単独処理では、収量増大は見られなかった。この実験結果を、2016 年の雨季に確認する予定である。

2-7) ベトナム (Dr Pham Van Toan、ベトナム農業科学アカデミー(VAAS))

オリゴキトサンとバイオ肥料の相乗効果に関する研究では、有用微生物および植物病原性微生物の生存率に対するオリゴキトサンの効果、およびキャベツによる養分吸収に対するオリゴキトサンの効果を試験するとともに、トマト、キャベツの根の病気およびトウモロコシの生長に対するオリゴキトサンとバイオ肥料の相乗効果について試験した。研究の結果、オリゴキトサンは有用微生物および植物病原性細菌の増殖に対してはマイナスの効果を示さなかったが、植物病原性真菌の増殖を阻害可能であった。キャベツおよびトマトを用いた試験では、黒腐病および青枯病の防除において、オリゴキトサンとバイオ肥料の相乗効果が見られた。植物による養分吸収および植物収量においては、オリゴキトサンとバイオ肥料との間に有意な相乗効果は見られなかった。

※英語版原本と本和訳の間に齟齬がある場合、英語版原本が優先します。