

寒地水稻に対する被覆肥料の肥効特性

北海道立中央農業試験場農業土木部

主任研究員 前田 要

1. はじめに

北海道では、近年良食味水稻品種が次々と開発され、国内における道産米の評価を飛躍的に高めている。とくに、道産米のエースとして最近普及に移された「きらら397」は、消費者の求めるおいしくて・安く・クリーンな農産物のイメージにマッチして全国的にも高い評価を得ており、先行きが不安な北海道農業の中においても、21世紀に向けての大きな明るい材料となっている。

一方、国内においては食料自給率低下、農業就業人口の減少・高齢化、環境保全型農業の強い要請が高まる中で、昨年6月農林水産省から「新しい食料・農業・農村政策（新農政プラン）」が公表された。

その中の農業政策では国土・環境保全機能を維持増進、水田の有する機能の適切な維持・増進、持続的な農業「環境保全型農業」を確立・推進などの指針が示されている。

このような背景を受けて、これからの農業生産場面では施肥効率がよく、しかも省力可能で環境負荷の少ない肥料の使用が望まれている。

今回取りあげる被覆肥料は、それらの条件を具備した「環境にやさしい肥料」の一つとして考えられる。

したがって、ここでは寒地水稻に対する被覆肥料の肥効特性について道内で行なわれた試験結果をもとに育苗と本田に分けて述べてみる。

2. 水稻育苗における被覆複合燐硝安加里

(以下、ロング^{*1}と略称)の施用効果について

現在、道内における機械移植面積は98%を超えており、その60%は中苗(育苗日数30~35日)で、成苗(同35~40日)30%、稚苗(同20~25日)は10%弱である。

箱マット形式の場合、施肥量は基肥として箱当たりN、P₂O₅、K₂Oを各々1.0、1.5、1.0g(い

ずれも成分量)を施用し、追肥としてはNのみ1.0~1.5葉期と2.0~2.5葉期にそれぞれ1.0g施用するのが北海道における標準施肥量である。

上川農試と中央農試では、昭和56年から昭和60年までの5カ年にわたり、水稻育苗に対する被覆燐硝安加里(ロング70・100タイプ)の施用による、N追肥省略の可能性を中心とした実用性について検討した。

昭和56~58年までの3カ年間はロング100タイプを供試したが、その結果を表一に示した。

3カ年平均値の結果をみると、水稻苗の草丈の面では対照区およびロング箱当たり10g、20g施用ともほぼ同等の値を示すのに対し、乾物重は若干下回っている。

また、N含有率およびN吸収量はロング20gでは対照区よりも勝っているが、ロング10gでは明らかに劣っている。

さらに、ハウス内育苗にもかかわらず乾物重、N含有率、N吸収量などの年次間変動が極めて大きいなどの特徴が認められる。

これらのことから、育苗期間中の外気温が低く、かつ年次変動の大きな北海道では、育苗に対しロング100タイプの使用は困難であるものと判断された。

以上のような試験結果を踏まえ、昭和59年および60年の2カ年間はロング100タイプよりも肥料成分溶出速度の早いロング70タイプ(T-N14%…NO₃-N7%、W-P₂O₅12%、W-K₂O14%)を供試して再度試験を行なった。

ロング^{*1}: ロングとは、燐硝安加里を樹脂膜で被覆し、緩効性としたもので、温度上昇に伴い樹脂膜の微細な通路が拡大し、肥料成分が溶出する。

25℃の土中での窒素溶出率が80%に達する日数が70日要するものを70タイプと称している。

表-1 ロング100タイプ施用が苗質に及ぼす影響

| 試験年次 | 試験区名 | 草 丈 (cm) | 乾 物 重 (g/100本) | N含有率 (%) | N吸収量 (mg/100本) |
|-------------------------------|-----------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|
| 昭和56年から 昭和58年までの 3ヵ年平均値 | 対 照 区 | 100% (11.5) | 100% (2.23) | 100% (4.20) | 100% (93) |
| | ロング N10g区 | 100 | 97 | 98 | 96 |
| | 〃 N20g区 | 104 | 99 | 114 | 113 |
| 同上指数 の変動幅 | ロング N10g区 | 94~106% | 83~114% | 85~106% | 75~112% |
| | 〃 N20g区 | 100~128 | 89~112 | 99~133 | 92~127 |

表-2 ロング70タイプ施用が苗質に及ぼす影響

| 項 目 | 区 名 | 実 数 | | | | | 指 数 (%) | | |
|--|----------|---------|------|---------|------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| | | 上 川 農 試 | | 中 央 農 試 | | 平均値 (n=4) | 上川農試 (n=2) | 中央農試 (n=2) | 平 均 (n=4) |
| | | 59年 | 60年 | 59年 | 60年 | | | | |
| 苗乾物重 (g/100本) | 対 照 区 | 2.60 | 1.72 | 2.03 | 2.32 | 2.17 | 100 | 100 | 100 |
| | ロング N10g | 2.25 | 1.61 | 2.09 | 2.46 | 2.10 | 91 | 105 | 98 |
| | 〃 N15g | 2.27 | 1.73 | 2.11 | 2.50 | 2.15 | 94 | 106 | 100 |
| | 〃 N20g | 2.33 | 1.93 | 2.37 | 2.51 | 2.29 | 101 | 113 | 107 |
| N含有率 (%) | 対 照 区 | 3.60 | 3.90 | 4.03 | 3.95 | 3.87 | 100 | 100 | 100 |
| | ロング N10g | 4.10 | 3.58 | 4.04 | 4.11 | 3.96 | 103 | 102 | 103 |
| | 〃 N15g | 4.68 | 4.08 | 4.14 | 4.24 | 4.29 | 118 | 105 | 111 |
| | 〃 N20g | 4.66 | 4.60 | 4.68 | 4.60 | 4.64 | 124 | 116 | 120 |
| N吸収量 (mg/100本) | 対 照 区 | 94 | 67 | 82 | 92 | 84 | 100 | 100 | 100 |
| | ロング N10g | 92 | 58 | 84 | 101 | 84 | 93 | 106 | 99 |
| | 〃 N15g | 106 | 71 | 87 | 106 | 93 | 110 | 111 | 110 |
| | 〃 N20g | 109 | 89 | 111 | 116 | 106 | 125 | 131 | 128 |
| P ₂ O ₅ 含有率 (%) | 対 照 区 | 1.49 | 1.48 | 1.78 | 1.52 | 1.57 | 100 | 100 | 100 |
| | ロング N10g | 1.28 | 1.15 | 1.05 | 1.16 | 1.16 | 82 | 83 | 75 |
| | 〃 N15g | 1.10 | 1.21 | 1.24 | 1.22 | 1.19 | 78 | 75 | 77 |
| | 〃 N20g | 1.14 | 1.14 | 1.38 | 1.33 | 1.25 | 77 | 83 | 80 |
| P ₂ O ₅ 吸収量 (mg/100本) | 対 照 区 | 38.8 | 25.5 | 36.1 | 35.3 | 33.9 | 100 | 100 | 100 |
| | ロング N10g | 28.7 | 18.5 | 22.0 | 28.5 | 24.4 | 74 | 71 | 72 |
| | 〃 N15g | 25.2 | 20.9 | 26.2 | 30.5 | 25.7 | 74 | 80 | 77 |
| | 〃 N20g | 26.6 | 22.0 | 32.7 | 33.4 | 28.7 | 78 | 93 | 85 |

2回開かれている。この会の出席者は、各メーカーの技術者、営業マン、担当農家、試験場、普及所、農協の関係者で、毎回150名～180名を数えている。

4) 三毛作技術体系

こうして秋9月に稲を刈取った後に定植された野菜は、年内から2月にかけて出荷される。そしてその後作に、タマネギやレタス、キャベツを植付け、やがて5月から6月上旬に収穫されて行く。

三毛作の組合せ

- ① 水稲+ハクサイ+タマネギ
- ② " + " +レタス
- ③ " + " +キャベツ
- ④ " +レタス +タマネギ
- ⑤ " + " +レタス
- ⑥ " + " +キャベツ
- ⑦ " +キャベツ+レタス, キャベツ, タマネギ
- ⑧ 飼料作物(ソルゴー, トウモロコシ)+ハクサイ, レタス, キャベツ

5) 手間替農業

こうして、三原の農地は四季を通して緑一色であり、遊んでいる田んぼは一枚もない。空いた田んぼがあれば隣の農家が借りに来る。その時の条件は稲刈り作業や、田植作業をやってやろうというものである。土地持ちサラリーマンは大農機具を持たずに稲作が出来る。つまり、田の貸賃と農機具の作業賃とが交換される。これを称して「手間替農業」と呼ばれている。

こうした高度土地利用型農業は、経営規模の拡大と地域農業の活性化という方向に展開し、農家所得の増大へと結びついて来ている。

3. 水田農業確立対策での取組み

昭和62年度から始まった水田農業確立対策は、地域内特性を活かした水田営農を集落ぐるみで取り組まそうと考えた方策であった。

その減反目標面積は全国で70万haであり、前期3年、後期3年に分け、ピーク時には淡路では40%の減反を示されたのだった。当時、この取組み担当者であった私は、基本方針を「①我が家の転作田は秋冬作に最も好条件の圃場を選び、土づくりと併せて、秋野菜の早期栽培と、土地利用率の高度化に取り組む。②ソルゴー等、緑肥作物を

すき込み、土づくりを図りながら、圃場のローテーションに努める。」とし、そのモデル体系を示した。農家はだれも減反には反対である。しかも5%以上も指示されると文句の一つも云いたくなる。まして、農家の味方であるはずの農協までが役場と「グル」になって減反をすすめるとは何事か、……と云った声が、説明会場で叫ばれた。

そんな中、米作によって得られる所得以上のお金を野菜作で、米作期間中に得ようではないか、そして先祖から預かっている美田を有効に、しかも力を蓄える方法で、取り組もうではないかと説いて回った。6月にソルゴーを蒔き(共同で播種機を購入、利用)8月下旬にすき込み、9月中旬にレタスやグリーンボールを植付け、10月下旬から11月に収穫を終える。その後作にレタス、キャベツ、タマネギを植付けて野菜3作の技術体系をすすめた。

こうして初期(昭和50年代)の三毛作から、新しい三毛作体系が、生み出されたのだった。

これを完成させたのは、無病土育苗法(山土とピートモスを混ぜて作る)の確立や、稲の苗箱で野菜苗を育苗する方法が確立していたから出来た営農である。

農家の婦人たちに無病土育苗法を講習する営農指導員



4. 問題点の発生

土地の高度利用によって様々な変化が起って来る。

その一つが耕盤層の堅さによる生理障害が見られたことである。大型トラクターによる代かきも除草剤の効果を高めるために念入りに水中均平を行う。また、畑作時に於ても5～6回表土だけの

ロータリーによる耕耘もある。その結果、山中式硬度計で24、26mmといった数字が見受けられるようになった。

ソルゴーやトウモロコシが下葉枯れを起こしたり、稲が原因不明の秋枯れ現象（水を切ると直ぐにしおれるようになったり、下葉が枯れ上がってしまう）を起こしている。又、野菜作ではEC濃度が高くなったり、飽和度が150とか200近くになったりして、石灰欠乏症状が出たり、不安定な土壌状態を引き起こしている。

土壌分析時における腐植の割合

| 年 度 | 点 数 | 含 量 (%) |
|------|-----|---------|
| S 56 | 250 | 2.643 |
| 59 | 216 | 2.626 |
| 60 | 268 | 2.583 |
| 61 | 223 | 2.362 |
| H 2 | 229 | 3.141 |
| 3 | 265 | 2.568 |
| 4 | 273 | 2.346 |

二つ目には堆厩肥の不足が目に見える形として現われて来ている。昭和50年代までは各農家には乳牛か和牛が飼育されていたが、畜産をとりまく経営環境の悪化が畜産農家の合理化→無畜農家の増大へと変って行った。一方多頭飼育農家では糞尿の処理に困るという現象を引き起こしている。一部ではワラと堆肥との交換も行なわれているが、まだまだ完全とはいえない。（表参照）

5. 複合営農の展開

現在、技術開発、組織再編成、生産活動、流通

システム、行政補完、農協補完がそれぞれ機能を受け持ち、地域複合営農が展開している。（図参照）

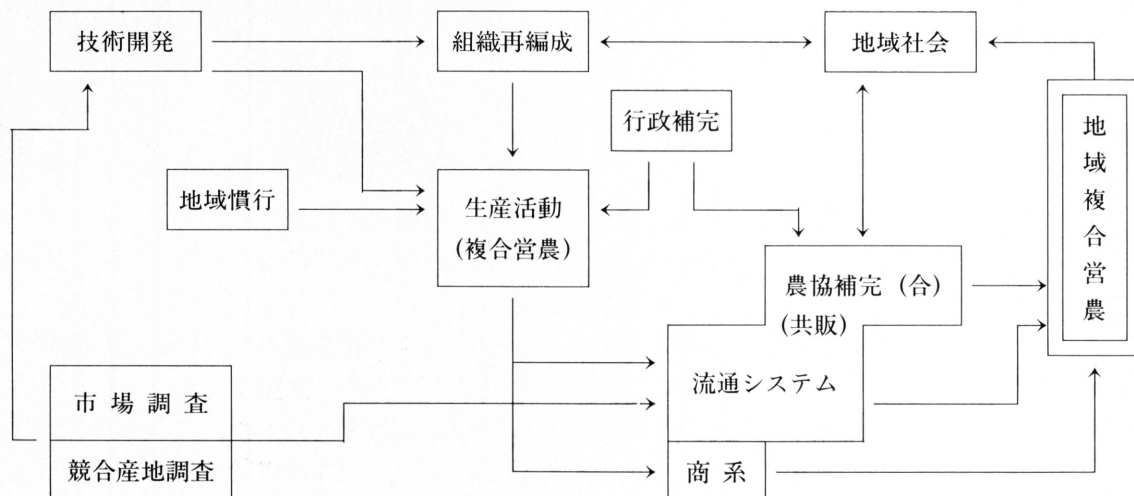
今回御案内申し上げたのはその一部分であり、技術開発から生産活動への動きと、その発想を申し上げたまでである。

いずれの時代にも技術者は、自分達が作った技術は、口では云い表わせなくても型には出来ることを知っている。そして、やがてそれが何に使われ、人へのためにどう生かされるか、又ある時は大きな災いの種になるかも知れないと思っている。やっかいなのは、いったん技術者の手から離れ、一人歩きすることもある。私は自分の心血を注いだものが、青春の一頁を飾るだけでなく、“井戸を掘ってくれた人の名は次代まで言い継がれる”という古い言葉を信じたい。

2月上旬1作収穫した直後、タマネギの定植が行なわれる



地域複合営農の展開図



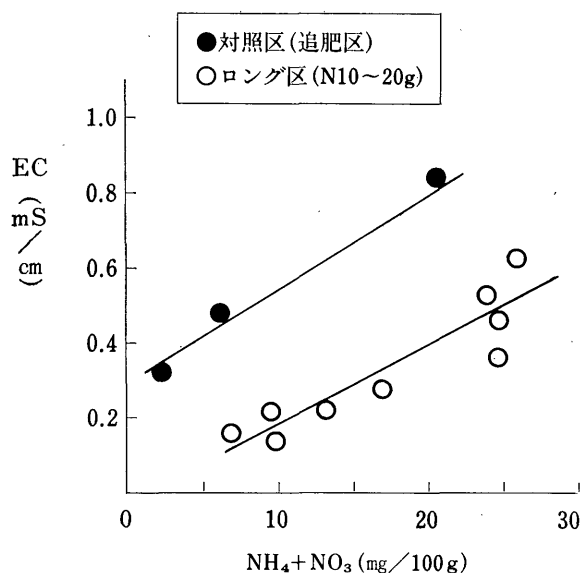
結果は表—2に示すように、上川農試および中央農試ともに、ロングの施用によって対照（追肥2回）区と同等の乾物重が得られ、かつ水稻体N含有率およびN吸収量はともに対照区を上回る内容となっている。

さらに、本田移植時のマット強度および移植後の活着も対照区に比べロング施用の方が良好であった。

水稻苗の活着の良否は育苗時の土壌ECが低くて根の活力が大きく、かつN含有率の高いことなどに起因するものと考えられるが、図—1からうかがえるように、ロング施用では土壌（床土）のECを高めずに窒素を供給できることが可能なので、結局このことが苗のマット強度と発根力を高め、本田での活着力を高めたものと思われる。

なお、ロングの施用適量は箱当たりN10~15gであり、N20gでは生育後半に過繁茂となる傾向が認められる。

図-1 無機態窒素含量とECの関係
(昭和59~60年, 上川農試, 中央農試)



したがって、気象条件等の年次変動を考慮するとN15g（現物およそ100g）が実用的な施用量と判断され、これによって窒素追肥の省略が可能である。また、基肥を施用したうえでロングを上積みする場合にはN10g程度が妥当である。

なお、ロング区は対照区に比べ床土のpHが幾分低めに推移し、かつ水稻苗体のりん酸吸収量が劣る傾向が認められるので、事前に床土のpHを

適正に保つことおよびりん酸肥沃度の低い土壌を使用する場合には過りん酸石灰を基肥に施用しておくことが必要である。

3. 水稻に対する被覆尿素(LPコート*)入りBB肥料の肥効

寒地稲作の良質・安定化の基本は、健苗育成をはじめとする初期生育改善によって有効茎を早期に確保するとともに、出穂期を早め、をつ穂揃性を均一にして登熟歩合・整粒歩合を高めることがその前提条件である。

そのためには、地帯別適正品種の選定、施肥法ならびに土壌環境の改善によって良食味品種の優れた特性を十分に発揮させる必要がある。

北海道における水稻に対する窒素施肥の基本は、安定・確収・品質向上を期するため、基肥窒素量は標準窒素量の80~90%とし、残りは生育経過および気象条件を考慮して分施を判断するとの指導が徹底されている。

一方、本試験で供試するLPコートからの尿素的溶出は、温度の変動により一定の法則性を有して行われるため、基肥重点の施用によって分施の省力化につながり、また施肥効率が高いため減肥が可能で低コストをもたらすものと考えられる。

しかし、本田移植後の地温が低く推移する北海道においては、LPコート単独施用では生育初期の窒素供給が十分でなく、初期生育の確保が困難なことが想定される。

そこで、LPコート40、70タイプとBB肥料を組合わせ、表—3のような設計で土壌および地帯別の試験を実施した。

上川農試の土壌は暗色表層褐色低地土、逐水性大で水稻の初期生育も良好である。

施肥量はN、P₂O₅、K₂O各々10a当たり10kg、全量全層施肥である。

中央農試の土壌はクライ土で、逐水性が悪く初期生育は不良である。

施肥量はN、P₂O₅、K₂O各々10a当たり8kg、全量全層施肥である。

LPコート*: LPコートは、肥効調整の最も重要な窒素成分のみについて溶出をコントロールした肥料で、粒状尿素の表面を樹脂などで特殊被覆加工したものである。

表-3 試験設計内容

| 処 理 | 上 川 農 試 | | | 中 央 農 試 | | 改 良 課 | | |
|------------------------------|---------|---|---|---------|---|-------|---|---|
| | 平 1 | 2 | 3 | 平 2 | 3 | 平 1 | 2 | 3 |
| 対 照 (標肥) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| LPコート40タイプ100% ^{*3} | ○ | | | | | | | |
| " 30% | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| LPコート70タイプ100% | ○ | | | | | | | |
| " 30% | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

備考：1) 供試土壌：暗色表層褐色低地土、グライ土、褐色低地土

2) 供試品種：ゆきひかり、空育125号(幌加内)

3) 育苗方法：中苗箱マット苗、条播マット苗、成苗ポット苗

*3 施肥Nが100%LPコートのNである事を示し、同じように30%は、30%がLPコートのNで70%が速効性Nである事を示す。

空知北部地区農業改良普及所(改良課)が担当した現地試験(妹背牛町、幌加内町)の土壌は褐色低地土で透水性は中～大である。初期生育は妹背牛町はやや良～良であるが、幌加内町は山間部で生育が不安定なため成苗ポット苗を用いて生育の遅れをカバーしている。

施肥量はN, P₂O₅, K₂O各々10a当たり7.5～8.0, 7.2～9.8, 6.0～7.5kgである。

試験は平成元年から3年までの3カ年にわたり実施したが、この間の北海道における水稲作況指数は100～109で各年次とも平年並から良であった。

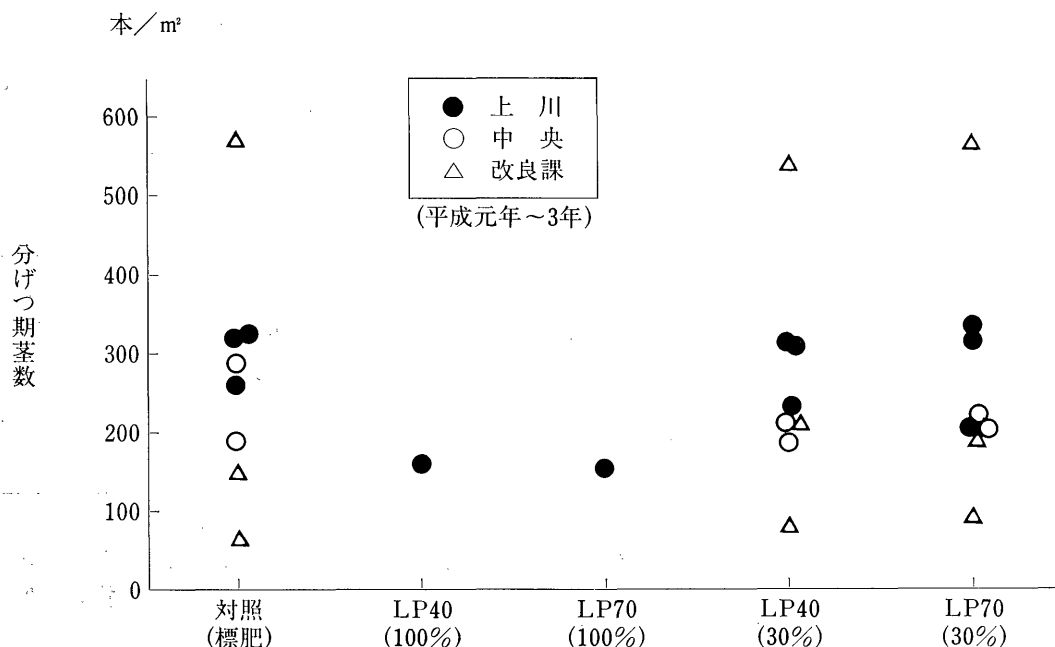
図-2には、LPコート施用が水稲の初期生育(分けつ期茎数)に及ぼす影響について検討した結果を示した。

それをみると、LPコート40タイプおよび70タイプの100%施用はいずれも初期生育が明らかに抑制されている様子がうかがえる。

しかし、LPコート40, 70両タイプとも30%施用では各年次および各地域ともほぼ対照区と同等の茎数で推移している。

さらに、図-3から明らかなように、LPコート40タイプと70タイプを比較すると70タイプは40タイプに比べて幼穂形成期までの茎数、乾物重が

図-2 LPコート施用が水稲の初期生育に及ぼす影響

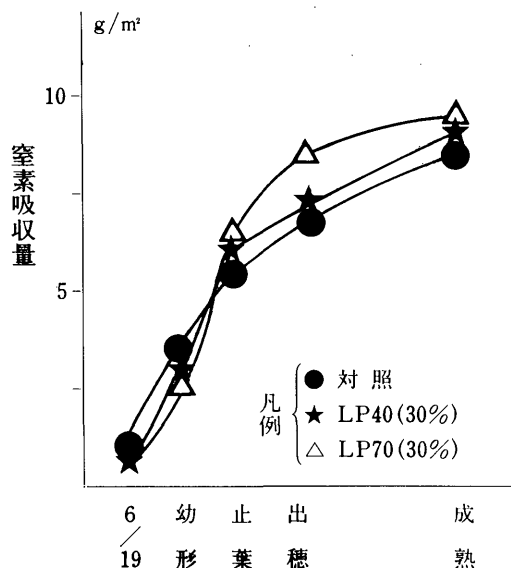


小さく、水稻体の窒素吸収量が低く推移するが、止葉期以降急激に高まる傾向が認められる。

これらの傾向は各土壌・各地域とも共通的にみられており、初期生育の安定確保の面では70タイプより40タイプの方が勝っている。

つぎに、収量構成要素および玄米収量の面をみ

図-3 N吸収量の推移 (平成3年, 上川)



ると (表-4), 上川 および改良課では対照区に比べLPコート施用区では㎡当たり穂数, 総粒数がいずれも上回っている。また, 中央でもLPコート施用によって1穂粒数が増加し, 総粒数も対照よりやや高まる傾向にある。登熟歩合は各処理とも大きな差は認められず, 最終的な玄米収量は各試験地とも対照区よりLPコート施用区の方がいずれも高まっている。

一方, LPコート施用間で比較すると, 上川および改良課では70タイプ>40タイプの関係を示すが, 初期生育の劣る中央では逆に40タイプが70タイプをやや上回っている。

以上のように, 先に述べた初期生育の確保と収量の安定性, さらには気象条件の変動等を総合的に配慮すると, LPコート70タイプより40タイプの方がより安全であると思われる。

なお表-5には玄米の食味特性分析結果を示したが, LPコート40タイプ施用では食味にも悪影響を及ぼしておらず, 玄米品質面からも本肥料は十分使用可能と思われる。

表-4 LPコート施用が収量および収量構成要素に及ぼす影響 (3カ年平均値)

| 場 所 | 処 理 | ㎡当たり穂数 (本) | ㎡当たり総粒数 (×100) | 登熟歩合 (%) | 玄米収量 (kg/10a) | 屑米重 (kg/10a) |
|-------|--------------|------------|----------------|----------|---------------|--------------|
| 上 川 | 対 照 区 | 543 | 321 | 74.7 | 510 | 14 |
| | LP 40タイプ30%区 | 614 | 377 | 72.0 | 551 | 14 |
| | LP 70タイプ30%区 | 597 | 348 | 74.2 | 564 | 13 |
| 中 央 | 対 照 区 | 585 | 314 | 79.9 | 408 | 37 |
| | LP 40タイプ30%区 | 550 | 329 | 78.6 | 423 | 37 |
| | LP 70タイプ30%区 | 544 | 320 | 78.9 | 414 | 36 |
| 改 良 課 | 対 照 区 | 454 | 268 | 85.2 | 513 | 32 |
| | LP 40タイプ30%区 | 476 | 281 | 84.6 | 534 | 36 |
| | LP 70タイプ30%区 | 489 | 295 | 83.9 | 539 | 38 |

表-5 玄米の食味特性 (平成3年, 中央)

| 処 理 | アミロース 含 有 率 (%) | 蛋白含有率 (%) |
|-------------|-----------------------|--------------|
| 対 照 区 | 20.2 | 7.6 |
| LP40タイプ30%区 | 19.5 | 7.4 |
| LP70タイプ30%区 | 20.0 | 7.7 |

4. まとめ

冒頭で述べたように、今農業生産場面には従来の省力化・低コスト化・高品質化などの効率性追

求一辺倒から環境保全に配慮した低投入持続型農業への方向転換が強く求められている。

今回取り上げた被覆肥料(ロング, LPコート)は寒地水稻の育苗・本田において省力化, 環境負荷の少ない肥料として十分に利用可能と判断された。

ただし, 本田に対する被覆尿素LPコート40タイプ30%混合BB肥料は年次によって登熟歩合の低下を伴う場合があるので, 適用地域は不安定地帯を除き, かつ土壌タイプも乾田型土壌・半湿田型土壌に限定した方がより安定した高い効果が期待できよう。

チッソ旭の新肥料紹介

★作物の要求に合わせて肥料成分の受け方を調節できる画期的コーティング肥料.....

ロング® <被覆磷硝安加里> **LPコート**® <被覆尿素>

★緩効性肥料..... **CDU**®

★バーミキュライト園芸床土用資材..... **与作**® V1号

★硝酸系肥料のNo.1..... **磷硝安加里**®

★世界の緑に貢献する樹木専用打込み肥料..... **グリーンパール**®

 **チッソ旭肥料株式会社**