

委託試験成績（平成24年度）

| 担当機関名部・室名 | 山口県農林総合技術センター 農業技術部 土地利用作物研究室・資源循環研究室 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|----|--------|------|---------------|------|------------------|------|-----------|---------|------------------|----|---------------------------|------------|------|----|---|---------------|------|----|-------------------------|---------------|------|----|--|----|--|
| 実施期間 | 平成24～26年度 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 大課題名 | I 大規模水田営農を支える省力・低コスト技術の確立 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 課題名 | うね立て同時条施肥機を利用した被覆尿素の深層施肥による大豆の安定栽培法の確立 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 目的 | 大豆は地力消耗作物で、同一圃場での作付け回数が増えると収量が低下するとされる。本県でも、法人等において作付け拡大を進めていることから、今後地力低下に対する対策が必要であり、堆肥施用等による土づくりを進めるとともに、これまで重視していなかった窒素施肥の見直しも有効と考えられる。窒素施肥については根粒の活性等を阻害することなく、後半の窒素吸収を促すとされる被覆尿素の播種同時深層施肥が効果、労力の観点から有望である。 そこで、作付け前歴の異なる圃場において、うね内部に施肥が可能なるうね立て同時条施肥機を利用した被覆尿素の深層施肥が、大豆の生育、収量に及ぼす影響を明らかにする。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 担当者 | 池尻 明彦、中島 勘太 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>1. 試験場所：山口県農林総合技術センター農業技術部（山口市大内御堀）</p> <p>2. 試験方法</p> <p>(1) 供試機械名：ヤンマーうね立て同時条施肥機 (ナプラ平高うねロータリー整形機＋施肥機＋施肥口セット)</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア. 圃場条件：礫質灰色低地土、排水良好</p> <p>イ. 試験区の構成</p> <p>2006～2010年までの夏作の作付け体系が異なる圃場（表1）において、表2に示した4処理区を設けて試験を行った。</p> <p style="text-align: center;">表1 作付け前歴</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>試験区名</th> <th>2006～2010年の夏作作付け体系</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>連作</td> <td>大豆5年連作</td> </tr> <tr> <td>2年1回</td> <td>2年1回水稲（大豆－水稲）</td> </tr> <tr> <td>3年1回</td> <td>3年1回水稲（大豆－大豆－水稲）</td> </tr> </tbody> </table> <p>注）夏作は大豆については不耕起栽培、水稲については耕起代かき水稲、冬作はいずれの区も小麦で不耕起栽培、2011年夏作は水稲、冬作はなし</p> <p style="text-align: center;">表2 窒素施肥法</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>試験区名</th> <th>被覆尿素の施肥位置</th> <th>被覆尿素の種類</th> <th>N施用量 (kg/10a)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>深L</td> <td>深層（播種と同時に播種位置の深さ15cmに条施用）</td> <td>L(リア型120日)</td> <td>11.8</td> </tr> <tr> <td>深S</td> <td>〃</td> <td>S(シグモイド型120日)</td> <td>11.6</td> </tr> <tr> <td>表S</td> <td>表層（播種と同時に播種位置の土壌表面に条施用）</td> <td>S(シグモイド型120日)</td> <td>11.6</td> </tr> <tr> <td>対照</td> <td></td> <td>なし</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>1区面積、区制：27㎡、2区制</p> | | 試験区名 | 2006～2010年の夏作作付け体系 | 連作 | 大豆5年連作 | 2年1回 | 2年1回水稲（大豆－水稲） | 3年1回 | 3年1回水稲（大豆－大豆－水稲） | 試験区名 | 被覆尿素の施肥位置 | 被覆尿素の種類 | N施用量 (kg/10a) | 深L | 深層（播種と同時に播種位置の深さ15cmに条施用） | L(リア型120日) | 11.8 | 深S | 〃 | S(シグモイド型120日) | 11.6 | 表S | 表層（播種と同時に播種位置の土壌表面に条施用） | S(シグモイド型120日) | 11.6 | 対照 | | なし | |
| 試験区名 | 2006～2010年の夏作作付け体系 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 連作 | 大豆5年連作 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2年1回 | 2年1回水稲（大豆－水稲） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3年1回 | 3年1回水稲（大豆－大豆－水稲） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 試験区名 | 被覆尿素の施肥位置 | 被覆尿素の種類 | N施用量 (kg/10a) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 深L | 深層（播種と同時に播種位置の深さ15cmに条施用） | L(リア型120日) | 11.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 深S | 〃 | S(シグモイド型120日) | 11.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 表S | 表層（播種と同時に播種位置の土壌表面に条施用） | S(シグモイド型120日) | 11.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 対照 | | なし | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ウ. 耕種概要

- ①品種名：サチユタカ
- ②播種期：6月28日
- ③播種様式：耕起うね立て同時播種（畦幅150cm、条間75cm、1畦2条）
- ④播種量：6.5kg/10a
- ⑤施肥：各区PK化成40kg/10aと炭酸苦土石灰100kg/10aを播種前に全面に施用
- ⑥中耕培土：7月18日、7月24日
- ⑦除草：エコトップ粒剤（播種後）5kg/10a
- ⑧病虫害防除：クルーザーMAXX（種子粉衣、8ml/乾燥種子1kg）、スミチオン乳剤（9月3日、1000倍）、トップジンM水和剤（9月3日、1000倍）、ダントツ水溶剤（9月14日、2000倍）、ノーモルト乳剤（10月5日、2000倍）

3. 試験結果

(1) 生育

開花期は試験区による差はなかった。開花期の主茎長は作付け前歴による差はあったが、窒素施肥間では有意な差はなかった。SPAD値は8月7日（開花期）では試験区間に有意な差はなかったが、8月22日（最大繁茂期頃）では表S区で最も高く、深S区、深L区、対照区の順に低かった。9月13日（莢伸長期～粒肥大期頃）では試験区による差はなかった（表3）。

倒伏、莢先熟の多少は、試験区による差はなかったものの、対照区に比べて肥料を施用した区で成熟期が1日遅れた（表3）。

主茎長は作付け前歴による差はあったが、窒素施肥間では有意な差はなかった。また、主茎節数、一次分枝数および総節数には窒素施肥による差はなかった（表4）。

(2) 収量、品質

稔実莢数、百粒重には窒素施肥間による差はなく、収量にも有意な差はなかった（表4）。

子実の粗蛋白、粗脂肪および外観品質には、窒素施肥による差はなかった（表5）。

作付け前歴に関わりなく、被覆尿素を施用した区では、8.5mm以上の粒の割合が、対照区に比べて高かった（図1～3）。

(3) 地温と被覆尿素の溶出

日平均地温は表層区、深層区ともにほとんど差がなく推移した。また、地温と気温との関係をみると、7月は地温と気温に差はなかったが、8月以降は地温が気温に比べて低く推移した（図4）。

リニア型の深L区では、窒素の溶出が播種直後から直線的に増加し、積算溶出率は播種後40日（開花期頃）で53%、同50日（最大繁茂期頃）で63%、同120日（成熟期頃）で86%であった。シグモイド型の表層S区と深層S区では、被覆尿素の溶出はほぼ同様の傾向で推移し、播種後30～40日（開花期頃）に溶出が始まり、積算溶出率は同50日（最大繁茂期頃）で9～10%、成熟期では66～70%であった（図5）。被覆尿素の溶出率と施肥量から算出した期間別窒素溶出量は、深L区では播種後20～40日、深S区では同60～100日、表S区では同40～100日に多かった（図6）。

4. 主要成果の具体的データ

表3 作付け前歴、窒素施肥が生育ステージ、生育、生育中の障害に及ぼす影響

| 作付け前歴 | 窒素施肥 | 開花期 (月/日) | 主茎長 ^{z)} (cm) | SPAD値 ^{y)} | | | 成熟期 (月/日) | 倒伏の 多少 ^{x)} | 莢先熟 の多少 ^{x)} |
|--------------------------|-----------|--------------|---------------------------|---------------------|--------|------|--------------|-------------------------|--------------------------|
| | | | | 8/7 | 8/22 | 9/13 | | | |
| 連作 | 深L | 8/7 | 36 | 41.4 | 42.1 | 48.4 | 10/30 | 0 | 1.2 |
| | 深S | 8/7 | 34 | 40.8 | 43.5 | 49.9 | 10/30 | 0 | 1.0 |
| | 表S | 8/7 | 37 | 41.0 | 43.6 | 49.0 | 10/29 | 0 | 1.1 |
| | 対照 | 8/7 | 37 | 41.9 | 41.6 | 47.9 | 10/29 | 0 | 0.9 |
| 2年1回 | 深L | 8/7 | 38 | 41.6 | 42.3 | 48.2 | 10/30 | 0 | 1.1 |
| | 深S | 8/7 | 36 | 41.1 | 43.4 | 48.0 | 10/30 | 0 | 1.0 |
| | 表S | 8/7 | 38 | 40.9 | 43.4 | 49.7 | 10/30 | 0.3 | 1.2 |
| | 対照 | 8/7 | 37 | 41.1 | 42.9 | 48.8 | 10/29 | 0 | 0.9 |
| 3年1回 | 深L | 8/7 | 42 | 42.5 | 42.5 | 49.9 | 10/31 | 0.3 | 1.6 |
| | 深S | 8/7 | 42 | 42.4 | 43.8 | 47.5 | 10/30 | 0 | 1.4 |
| | 表S | 8/7 | 42 | 42.3 | 45.0 | 49.5 | 11/1 | 0.3 | 1.7 |
| | 対照 | 8/7 | 39 | 41.6 | 44.3 | 48.5 | 10/30 | 0 | 1.2 |
| 作付け前歴 平均値 | 連作 | 8/7 | 36b | 41.3 | 42.7b | 48.8 | 10/29 | 0 | 1.0 |
| | 2年1回 | 8/7 | 37ab | 41.1 | 43.0b | 48.7 | 10/30 | 0.1 | 1.0 |
| | 3年1回 | 8/7 | 41a | 42.2 | 43.9a | 48.8 | 10/31 | 0.1 | 1.5 |
| 窒素施肥 平均値 | 深L | 8/7 | 39 | 41.8 | 42.3c | 48.8 | 10/30 | 0.1 | 1.3 |
| | 深S | 8/7 | 38 | 41.4 | 43.5ab | 48.5 | 10/30 | 0 | 1.1 |
| | 表S | 8/7 | 39 | 41.4 | 44.0a | 49.4 | 10/30 | 0.2 | 1.3 |
| | 対照 | 8/7 | 38 | 41.5 | 42.9bc | 48.4 | 10/29 | 0 | 1.0 |
| 分散分析 結果 ^{u)} | 作付け前歴(A) | — | * | ns | * | ns | ns | ns | ns |
| | 窒素施肥(B) | — | ns | ns | ** | ns | ns | ns | ns |
| | (A) × (B) | — | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |

z)主茎長は、開花期の8月7日に各区10個体調査

y)SPAD値はM社製葉緑素計(SPAD-502)を用い、8/7が主茎の完全展開第2葉、8/22と9/13が主茎の最終葉を測定した

x)倒伏の多少と莢先熟の多少は、0(無)～5(甚)で示した

u)分散分析結果のnsは有意差がないことを、*、**はそれぞれ5%、1%水準で有意差あることを示す(表4も同様)

t)作付け前歴、窒素施肥間の異なる英文字間には、tukeyの多重比較法により5%水準で有意差があることを示す(表4も同様)

表4 作付け前歴、窒素施肥が生育、収量に及ぼす影響

| 作付け前歴 | 窒素施肥 | 主茎 長 (cm) | 最下 着莢高 (cm) | 主茎 節数 | 分枝数 (本/m ²) | | 総節数 (節/m ²) | 稈実 莢数 (莢/m ²) | 収量 ^{z)} (kg/10a) | 同左 比率 (%) | 百粒 重 ^{z)} (g) |
|--------------|-----------|-----------------|-------------------|----------|----------------------------|----|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|
| | | | | | 1次 | 2次 | | | | | |
| 連作 | 深L | 45 | 14 | 13.2 | 73 | 5 | 646 | 737 | 366 | 98 | 35.8 |
| | 深S | 45 | 13 | 12.9 | 75 | 6 | 658 | 702 | 359 | 96 | 36.4 |
| | 表S | 46 | 13 | 13.0 | 72 | 6 | 626 | 728 | 383 | 103 | 35.9 |
| | 慣行 | 47 | 12 | 13.1 | 78 | 6 | 659 | 746 | 374 | 100 | 35.5 |
| 2年1回 | 深L | 48 | 14 | 13.1 | 76 | 6 | 689 | 721 | 348 | 96 | 35.4 |
| | 深S | 45 | 14 | 12.9 | 69 | 5 | 644 | 681 | 365 | 101 | 35.8 |
| | 表S | 49 | 15 | 13.0 | 76 | 6 | 681 | 729 | 391 | 108 | 35.2 |
| | 慣行 | 46 | 13 | 13.0 | 72 | 6 | 672 | 708 | 362 | 100 | 34.9 |
| 3年1回 | 深L | 53 | 15 | 13.1 | 81 | 8 | 667 | 661 | 349 | 96 | 35.6 |
| | 深S | 50 | 14 | 13.0 | 82 | 11 | 738 | 753 | 356 | 98 | 35.5 |
| | 表S | 51 | 12 | 13.2 | 88 | 16 | 787 | 828 | 367 | 101 | 35.3 |
| | 慣行 | 50 | 14 | 13.1 | 82 | 5 | 689 | 713 | 364 | 100 | 35.4 |
| 作付け前歴 平均値 | 連作 | 46b | 13 | 13.0 | 74b | 6 | 647b | 728 | 370 | 103 | 35.9 |
| | 2年1回 | 47b | 14 | 13.0 | 73b | 6 | 671ab | 710 | 367 | 102 | 35.3 |
| | 3年1回 | 51a | 14 | 13.1 | 83a | 10 | 720a | 739 | 359 | 100 | 35.4 |
| 窒素施肥 平均値 | 深L | 49 | 15 | 13.1 | 77 | 6 | 668 | 707 | 354 | 97 | 35.6 |
| | 深S | 47 | 13 | 12.9 | 75 | 8 | 680 | 712 | 360 | 98 | 35.9 |
| | 表S | 49 | 13 | 13.1 | 79 | 9 | 698 | 762 | 381 | 104 | 35.5 |
| | 慣行 | 48 | 13 | 13.1 | 77 | 6 | 673 | 722 | 367 | 100 | 35.3 |
| 分散分析 結果 | 作付け前歴(A) | ** | ns | ns | * | ns | * | ns | ns | — | ns |
| | 窒素施肥(B) | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | — | ns |
| | (A) × (B) | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | — | ns |

z)収量と百粒重は、7.3mmの丸目篩で選別後、著しい被害粒を取り除き、水分15%に換算して求めた

表5 作付け前歴、窒素施肥が子実成分、外観品質に及ぼす影響

| 作付け前歴 | 窒素施肥 | 子実成分(%) ^{z)} | | 外観品質 ^{y)} |
|--------------|-----------|-----------------------|------|--------------------|
| | | 粗蛋白 | 粗脂肪 | |
| 連作 | 深L | 46.0 | 19.7 | 2.0 |
| | 深S | 46.2 | 19.3 | 2.0 |
| | 表S | 45.5 | 19.8 | 2.0 |
| | 対照 | 45.6 | 19.5 | 2.0 |
| 2年1回 | 深L | 45.4 | 19.6 | 2.0 |
| | 深S | 45.8 | 19.8 | 2.0 |
| | 表S | 45.8 | 19.9 | 2.5 |
| | 対照 | 45.3 | 19.7 | 2.5 |
| 3年1回 | 深L | 45.3 | 19.7 | 3.0 |
| | 深S | 45.3 | 20.0 | 2.5 |
| | 表S | 45.5 | 19.7 | 2.0 |
| | 対照 | 45.0 | 19.5 | 2.5 |
| 作付け前歴 平均値 | 連作 | 45.8 | 19.6 | 2.0 |
| | 2年1回 | 45.6 | 19.8 | 2.3 |
| | 3年1回 | 45.3 | 19.7 | 2.5 |
| 窒素施肥 平均値 | 深L | 45.6 | 19.7 | 2.3 |
| | 深S | 45.8 | 19.7 | 2.2 |
| | 表S | 45.6 | 19.8 | 2.2 |
| | 対照 | 45.3 | 19.5 | 2.3 |
| 分散分析 結果 | 作付け前歴(A) | ns | ns | ns |
| | 窒素施肥(B) | ns | ns | ns |
| | (A) × (B) | ns | ns | ns |

z) 子実成分は、子実を粉碎後、NIRECO社製スペクトロメーターで測定し、
係数6.25を掛けて乾物換算した

y) 外観品質は、1～3が1等相当、4が2等相当である

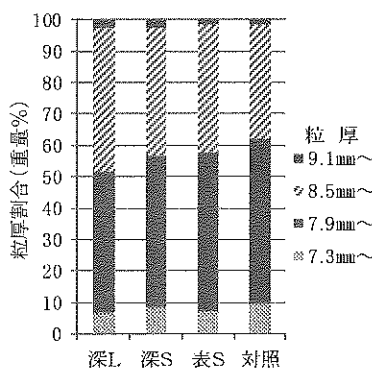


図1 連作跡における窒素施肥法が大豆の粒厚分布に及ぼす影響

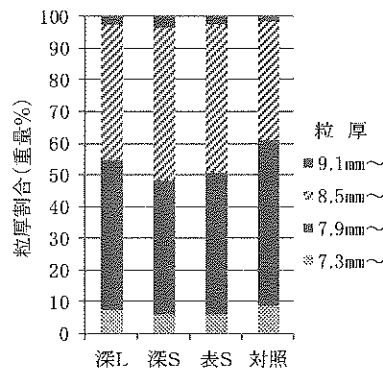


図2 2年1回跡における窒素施肥法が大豆の粒厚分布に及ぼす影響

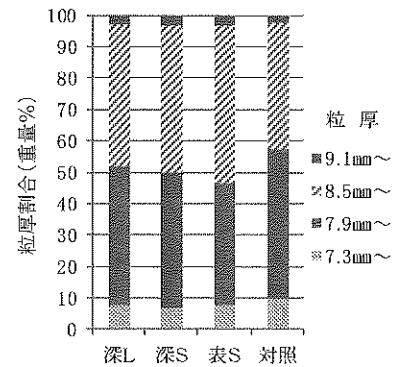


図3 3年1回跡における窒素施肥法が大豆の粒厚分布に及ぼす影響

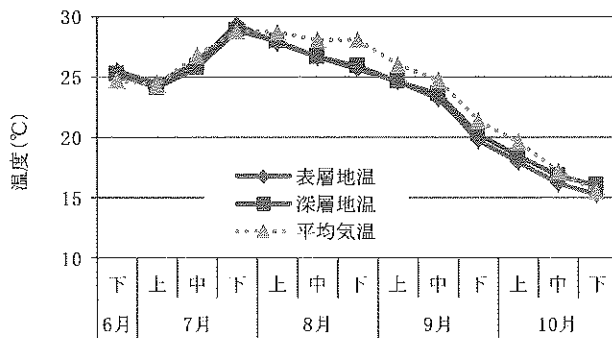


図4 半月別日平均地温と日平均気温の推移

注) 表層はセンサー表面に設置後、軽く覆土を行い、深層はセンサーを地表15cmに埋設した

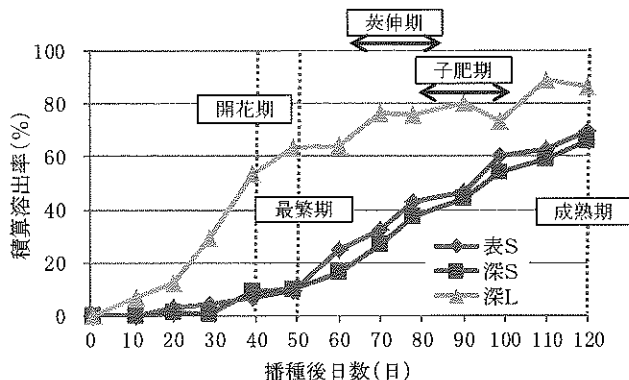


図5 被覆尿素肥料の積算窒素溶出率
 図中の最繁期は最大繁茂期、莢伸期は莢伸長期、子肥期は子実肥大期である

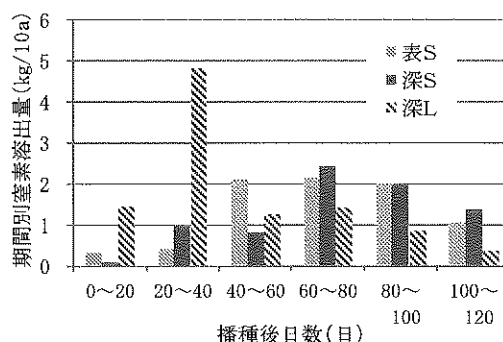


図6 被覆尿素の期間別窒素溶出量
 期間別窒素溶出量は被覆尿素の溶出率と施肥量から算出した

表6 作付け前歴、窒素施肥別経営評価

| 作付け前歴 | 窒素施肥 | 収量 (kg/10a) | 粗収益 ^{z)} (円/10a) | 被覆尿素費 ^{y)} (円/10a) | 粗収益－被覆尿素費 (円/10a) | 同左－慣行区 (円/10a) |
|-------|------|-------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------|
| 連作 | 深L | 366 | 74,225 | 5,263 | 68,962 | -6,885 |
| | 深S | 359 | 72,805 | 5,591 | 67,214 | -8,633 |
| | 表S | 383 | 77,672 | 5,591 | 72,081 | -3,766 |
| | 対照 | 374 | 75,847 | 0 | 75,847 | 0 |
| 2年1回 | 深L | 348 | 70,574 | 5,263 | 65,311 | -8,102 |
| | 深S | 365 | 74,022 | 5,591 | 68,431 | -4,983 |
| | 表S | 391 | 79,295 | 5,591 | 73,704 | 290 |
| | 対照 | 362 | 73,414 | 0 | 73,414 | 0 |
| 3年1回 | 深L | 349 | 70,777 | 5,263 | 65,514 | -8,305 |
| | 深S | 356 | 72,197 | 5,591 | 66,606 | -7,214 |
| | 表S | 367 | 74,428 | 5,591 | 68,836 | -4,983 |
| | 対照 | 364 | 73,819 | 0 | 73,819 | 0 |

z)粗収益は、品質区分1等の交付金単価(12,170円/60kg)に収量を乗じて求めた

y)被覆尿素費は、シグモイド型482円/kg、リニア型446円/kgに施用量を乗じて算出した

5. 経営評価

試験区毎の被覆尿素費と収量から経営評価を行った。被覆尿素費がL区(リニア型)で10a当たり約5,300円、S区(シグモイド型)で10a当たり約5,600円であった。大豆の価格を品質区分1等の交付金単価の60kg当たり12,170円とすると、作付け前歴2年1回の表S区を除き、いずれも対照区に比べて減益であった(表6)。

6. 利用機械の評価

深層区では深さ15cmをねらいに施肥を行ったが、対照区に比べて作業速度を落とすことなく、施肥作業が可能であった。

7. 考察

大豆の生育初期における根粒活性を阻害しないように、被覆尿素肥料を深層に施用することで、生育後半の窒素吸収を高めることをねらったが、増収効果は認められなかった。本試験では、被覆尿素の溶出が開花期頃から始まり、最大繁茂期から莢伸長期に多くなるように120日タイプの肥料を用いた。しかしながら、リニア型では、最大繁茂期までに被覆尿素の

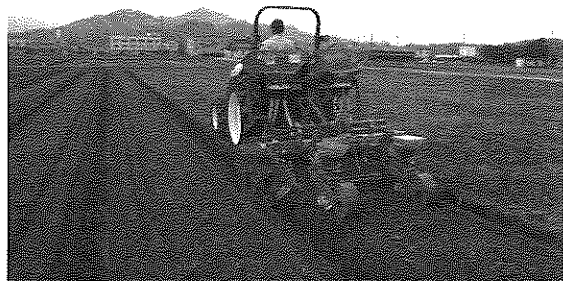
大半が溶出し、その後の溶出量はわずかであった。一方、シグモイド型の深S区では、溶出開始は開花期頃であったものの、莢伸長期～粒肥大期にあたる播種後 60～100 日の間に窒素溶出量が多かった。このため粒の肥大効果は認められたものの、莢数が決まる開花期から莢伸長期に十分な肥効がなく、収量が増加しなかったものと考えられる。また、連作圃場で施肥効果が高まることを期待したが、作付け前歴による収量の差はなく、その効果を本試験では明らかにできなかった。

以上より、供試機械を使用して被覆尿素を深層に施用することは可能であったが、溶出が大豆の生育に合致せず、大豆の生育、収量に及ぼす影響を十分に検討できなかった。また、被覆尿素の溶出タイプを選定する際には、大豆では開花期以降になると地面が茎葉で覆われるため、地温低下への考慮が必要と考えられる。

8. 問題点と次年度の計画

本年度は 120 日タイプの被覆尿素を使用したのが、窒素の溶出が大豆の生育と合わず増収効果はなかった。しかし、被覆尿素を使用した区では大粒の割合が高まったことから、莢数を増やすことで増収が可能と考えられる。次年度は、最大繁茂期から莢伸長期に溶出が多くなる溶出抑制期間の短い 80～100 日のシグモイド型肥料を用いて、深層施肥による生育、収量への影響を検討する。

9. 参考写真



うね立て同時条施肥機による播種作業



最大繁茂期頃



莢伸長期頃



黄葉期～落葉期頃