

# 転換畑におけるダイズの収量に及ぼす土壌特性の影響 - 新潟県上越地域の事例 -

高橋智紀<sup>\*1</sup>・松崎守夫<sup>\*2</sup>・塩谷幸治<sup>\*1</sup>・細川 寿<sup>\*3</sup>

## はしがき

ダイズの多くは水田転換畑に作付けされており、ダイズ収量の高位安定化のためには転換畑特有の問題への対応は重要である。北陸地域においても農耕地の91%は水田<sup>(3,5,7,19)</sup>であり、ほとんどのダイズは水田転換畑に作付けされていることから、転換畑研究はダイズ作研究の中心を担っている。転換畑における土壌管理上の課題は大きく2つ存在する。1点目は湿害対策である。北陸地域は粘土含量が25%以上である強粘質土壌が水田面積の35%以上<sup>†</sup>を占める<sup>(3,5,7,19)</sup>ため、排水性が悪く、湿害によるダイズ収量の低下または不安定化が問題となりやすい。2点目は地力の維持である。畑転換によって土壌の全窒素量<sup>(11,15)</sup>、あるいは潜在的窒素供給力が減少する<sup>(17)</sup>ため、近年では地力窒素の減耗によるダイズ収量の

減少が懸念されている<sup>(15)</sup>。

試験研究機関で蓄積された湿害対策技術や肥培管理技術を営農現場で活用するためには、営農現場における低収要因を明確にすることが必要である。しかしながらダイズ研究のほとんどは試験研究機関内の集約的に管理された圃場から得られたデータに基づいており、実際の営農現場からデータを収集し、解析した例は非常に少ない。筆者らは、2002年において新潟県上越地域の単一生産組織が管理する営農圃場から耕うん前の土壌および収穫期のダイズ試料を入手する機会を得た。本報告は、これらのデータを基に営農現場において上述した排水性や地力窒素といった土壌特性がダイズ収量に及ぼす影響について考察したものである。

## 材料と方法

### 1. 調査対象圃場および耕種概要

調査は2002年に行い、新潟県上越地域の単一生産組織が耕作する33筆の転換畑圃場を対象とした。圃場は、生産組織周辺の平野部に位置しているため気象的な変異は小さい。また、単一生産組織が管理しており耕種概要は同一である。この2つの理由から各圃場における収量のばらつきは主に圃場の土壌条件の相違に由来すると考えられる。

対象圃場の耕種概要は以下のとおりである。すべての圃場において周囲明渠が施行されていたが、圃場によっては排水の高さが明渠に較べて高く、明渠

が正常に機能していない圃場も存在した。耕うん前に苦土生石灰を40g/m<sup>2</sup>散布し、5月27日～6月1日に耕うん・播種を行った。播種時には同時に速効性肥料を側条施用した。成分はN, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O換算でそれぞれ1.6, 6.0, 8.0g/m<sup>2</sup>であった。中耕培土は7月中下旬に2回行い、収穫は10月10日～26日であった。品種はすべてエンレイであった。

対象圃場において耕うん直前の5月16日に深さ10cmまでの土壌を採取し、同時に暗渠の有無と前作の作物種を調査した。対象圃場の土壌型は斑鉄型グライ低地土または還元型グライ低地土であった<sup>(9)</sup>。

平成16年9月13日受付 平成16年12月28日受理

\*1 北陸総合研究部  
\*2 関東東海総合研究部  
\*3 北陸水田利用部

† 農耕地土壌分類<sup>(9)</sup>では粘土含量が25%以上の土壌を強粘質、15%以上の土壌を粘質としており、北陸地域においては強粘質、粘質および強粘～粘質に区分される土壌が水田土壌のそれぞれ35, 22, 7%である。従って粘土含量が25%以上の土壌は水田土壌の35～42%を占めると計算される。

## 2. 土壌分析と収穫期におけるダイズの形質の調査

採取した土壌について、採取時の含水比、pH、全窒素含量、粒径組成<sup>(1)</sup>、4週間と12週間の畑培養による可給態窒素量<sup>(1)</sup>、EDTA-NaF可溶性りん量<sup>(10)</sup>を測定した。pHと可給態窒素量の測定には未風乾の土壌を用いた。営農圃場での土壌採取には制約があったため、採取土壌の含水比と暗渠の有無の2つをダイズ作付け期間の圃場の排水性を代表する要素

と仮定した。

10月4日から10日にかけて対象圃場において1.5m<sup>2</sup>の面積を2反復でサンプリングし、収穫期のダイズの形質を調査した。調査項目は収量、株数、全重、主茎長、主茎節数、莢数、百粒重、子実のタンパク含量とした。収量には含水率を14%とした子実重を、子実のタンパク含量には子実の乾燥重をベースとした窒素含量に6.25をかけた値を用いた。

## 結果と考察

### 1. 作付け期間中の気象の推移

調査を行った2002年の旬別の日平均気温および日照時間の推移は1999年から2003年までの5年間の平均値にほぼ等しく(図1)、平年並みに推移した。2002年の梅雨入りは6月11日頃、梅雨明けは7月23日頃であり、梅雨後半に相当する7月上中旬の降水量は5年間の平均の2.1倍と顕著に多かった。ダイズの開花期は7月23日頃であり、梅雨明けにほぼ一致した。以上、2002年は気象的には特異年ではない

が、梅雨後半の降水量が多く、開花期頃に比較的湿害が現れやすい年であった。

播種日からの気温を積算し、これが地温に等しいと仮定すると4週間培養、12週間培養の窒素無機化量はそれぞれ、7月上旬頃、9月中旬頃までの窒素無機化量に相当した。

### 2. 収量と土壌特性との関係

対象圃場を暗渠の有無で2グループに分けると、

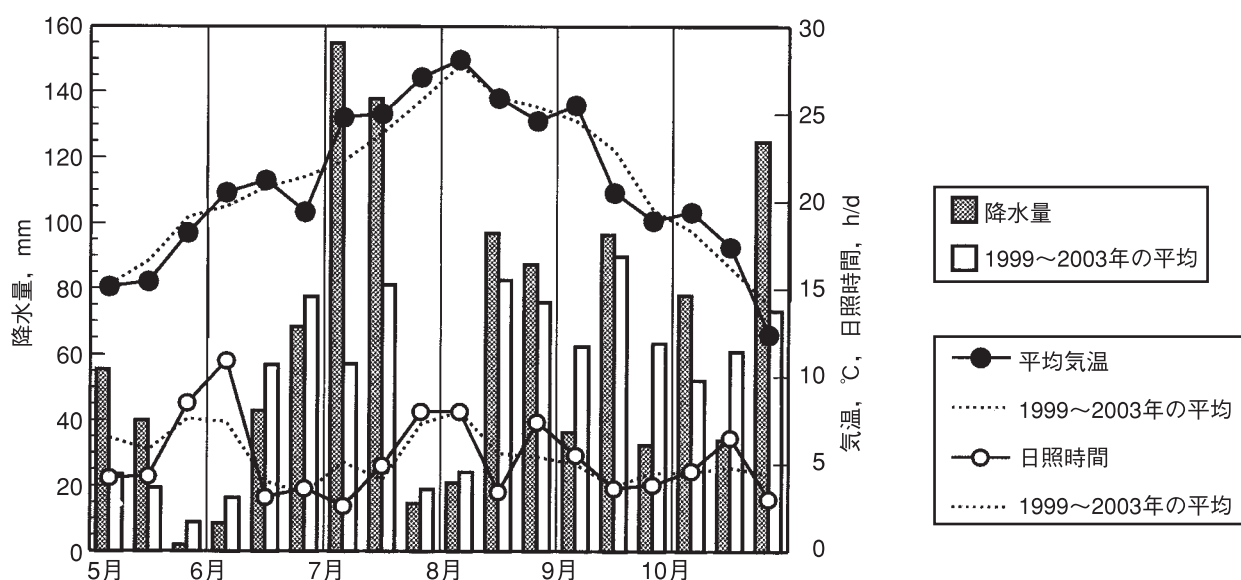


図1 2002年の降水量、日平均気温、平均日照時間の推移と1999～2003年の平均値との比較

データは対象圃場から6～8km離れた北陸研究センターにおける観測値

表1 排水性が大豆の形質に及ぼす影響

|                      | 暗渠整備済み* | 暗渠未整備* | 危険率** (%) |
|----------------------|---------|--------|-----------|
| 収量, g/m <sup>2</sup> | 420     | 330    | 0.004     |
| 主茎長, m               | 0.60    | 0.51   | 0.2       |
| 収穫指数                 | 0.57    | 0.59   | 20        |
| 莢数, /m <sup>2</sup>  | 820     | 690    | 0.2       |
| 百粒重, g               | 31      | 30     | 3         |
| 全重, g/m <sup>2</sup> | 620     | 490    | 0.003     |
| 粒数, /m <sup>2</sup>  | 1400    | 1100   | 0.03      |
| 一莢粒数                 | 1.7     | 1.6    | 40        |
| 株数, /m <sup>2</sup>  | 14      | 14     | 10        |
| タンパク含量, %            | 43      | 41     | 0.01      |
| 圃場含水比, %             | 50      | 73     | 0.03      |
| n                    | 12      | 21     |           |

\*それぞれのほ場の平均値、\*\*Mann-Whitney検定による

表2 収量と土壌の諸特性との相関

| 土壌特性       | 相関係数   |
|------------|--------|
| 圃場含水比      | -0.40* |
| 最大容水量      | -0.04  |
| 窒素無機化量(4週) | -0.29  |
| pH         | -0.06  |
| 全窒素含量      | -0.16  |
| 粘土含量       | 0.36*  |
| シルト含量      | 0.21   |
| 砂含量        | -0.25  |
| 無機態リン量     | -0.15  |

\*5%以下の危険率で有意 (n=33)

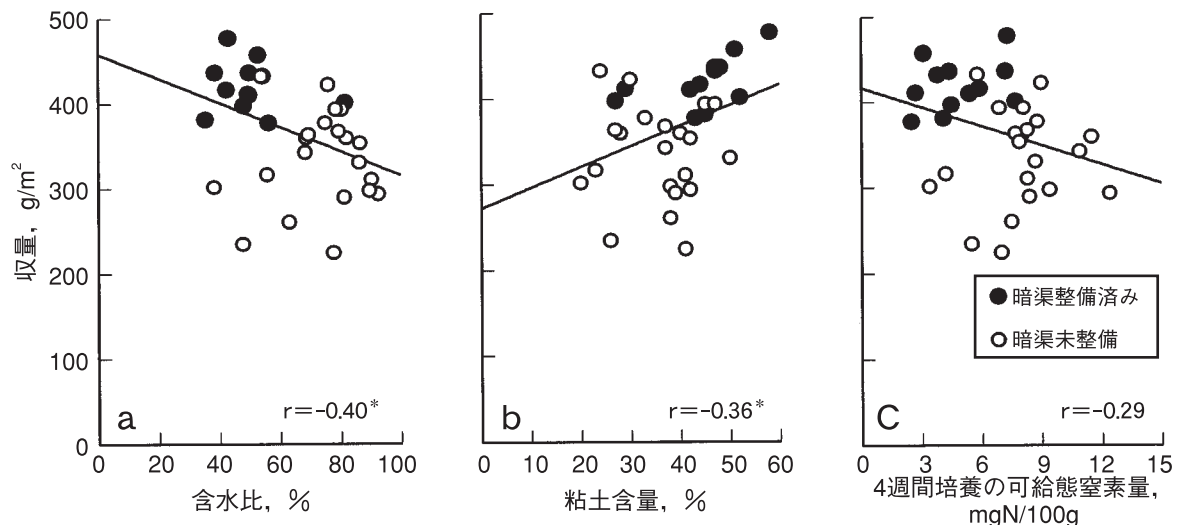


図2 収量と含水比、粘土含量および可給態窒素量との関係

\*は5%以下の危険率で有意

それぞれの圃場含水比に有意差が認められた(表1)。このことは耕うん前の土壌の含水比は、暗渠の有無により異なる2つの母集団に分けられることを意味する。作付け期間中の圃場含水比データが得られなかったため、以後は作付け期間中も圃場の湿害強度が暗渠の有無により2グループに分けられると仮定し、解析を行った。

収量は耕うん時の含水比と負、粘土含量とは正の有意な相関関係が認められた(表2, 図2)。粘土含量と収量との間には正の相関があるが、これは排水性が高い暗渠整備済み圃場において両者に有意な相関がみられるためであった(図2b)。また4週間培養の可給態窒素量と収量とは有意な相関は認めら

れなかった。これらの結果から2002年において、この地域では地力窒素は収量を決定する因子ではなく、むしろ排水性が劣るために湿害が発生したことが収量低下の主因であること、排水性が比較的高い圃場では粘土含量に反映されるなんらかの土壌特性が収量に影響を与えていること、が推察された。

耕うん時の含水比と4週間培養の可給態窒素量との間には高い正の相関が認められ( $r=0.74$ ,  $p<0.001$ )、排水の悪い圃場では可給態窒素含量が高い傾向だった。一般的に転換畑は土壌が好氣的な条件になることによって窒素の無機化が促進され<sup>(11)</sup>、中粗粒灰色低地土では、これが地力窒素の減少としてあらわれる<sup>(17)</sup>。近年では、こうした可給態窒素量の減少がダ

イズ収量を減少させる可能性が指摘されている<sup>(15)</sup>。我々の結果では上述の相関関係が土壌の好気化による地力窒素の減少であるとする直接的なデータは得られず、両者の因果関係は必ずしも明らかではなかった。

### 3. ダイズの諸形質に対する湿害および可給態窒素の影響

暗渠の有無を基準に湿害の強弱を2グループに分類し、湿害が各形質に与える影響を検討すると、株数、一莢粒数、収穫指数を除く総ての形質において湿害による数値の減少が有意に認められた(表1)。ダイズの収量決定過程を構成要素に分解し、各構成要素と収量との決定係数( $r^2$ )を求めたものが表3である。ダイズの収量は株数、莢数、粒数、収量の順に決定されるが、暗渠整備済み圃場においては粒数の決定までの回帰の寄与率が52%であり、残りの48%は粒数決定以降の形質が寄与したものと計算された。これは百粒重が圃場の収量差を決定する最も大きな因子だったことを意味し、百粒重と収量との間には有意な相関関係が認められた( $r=0.59$ ,

$p<0.05$ )。これに対し未整備圃場では莢数および粒数の回帰の寄与率がそれぞれ82, 93%であった。すなわち湿害強度が高い圃場においては莢数のばらつきが収量差の主因であるのに対し、湿害強度が低い圃場では子実の肥大過程が収量差に反映した。

湿害強度が収量決定過程に与える影響をさらに詳しく検討するため、収量構成要素の各段階と次の段階の要素との関係のみた(図3)。暗渠整備済み圃場では面積あたりの株数が少ないほど株あたりの莢数が多く(図3a)、これは莢数が株数に対して補償的に働いたためと考えられた。これに対して暗渠未整備圃場では相関係数は有意でなく、補償的な作用は認められなかった。莢数に対する一莢粒数においても同じ傾向が認められた(図3b)。これらの結果、暗渠未整備圃場の粒数は少なく、ばらつきは大きかった(図3c)。つまり、湿害強度の高い圃場においては、粒数決定までの各段階において補償的な作用が十分発揮されず、これが、全体の収量の低下と、莢数および粒数が収量差の主因となったことの原因となった。杉本<sup>(14)</sup>は人為的な過湿処理を行うことによってダイズの湿害に関して詳細な研究を行い、早期に湿害を被るほど減収割合が大きく、特に莢数の減少が収量減を引き起こすことを示している。さらに莢数減少の主な原因として、乾物生産が不足することによる総節数の減少と根の呼吸障害による落花・落莢の2つを挙げている。我々の結果においても湿害強度が高い圃場において、莢数または粒数の差が収量差の主な原因である点、株数に対して莢数に補償的な作用が働いていない点、が杉本の報告と一致し、杉本の過湿処理と同様の現象が営農圃場で

表3 大豆の形質と収量との決定係数\*

| 大豆の形質                | 暗渠整備済み | 暗渠未整備 |
|----------------------|--------|-------|
| 株数, /m <sup>2</sup>  | 0.69   | 20    |
| 莢数, /m <sup>2</sup>  | 20     | 82    |
| 粒数, /m <sup>2</sup>  | 52     | 93    |
| 収量, g/m <sup>2</sup> | 100    | 100   |
| n                    | 12     | 21    |

\*単位は%

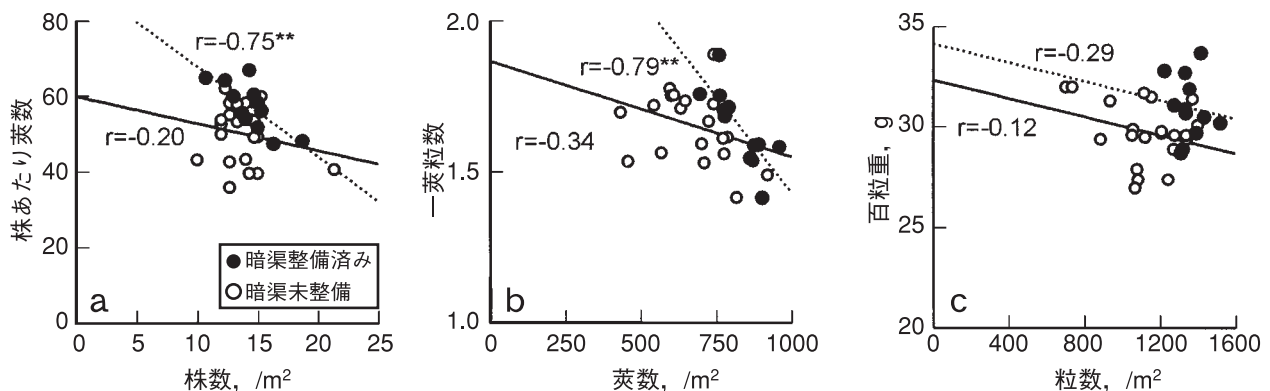


図3 各収量構成要素の補償的作用

\*\*は1%の危険率で相関係数が有意であることを示す。

表4 可給態窒素量と百粒重との相関係数

| 可給態窒素量    | 暗渠整備済み | 暗渠未整備 |
|-----------|--------|-------|
| 4週間培養(a)  | 0.71** | 0.13  |
| 12週間培養(b) | 0.62*  | 0.03  |
| (b)-(a)   | 0.42   | 0.25  |
| n         | 12     | 21    |

\*,\*\*はそれぞれ5%, 1%の危険率で有意であることを示す

生じていたといえる。総節数の増加には下位節から発生する分枝が大きく寄与する<sup>(18)</sup>が、対象とした地域では降水量が多い梅雨時期が下位分枝の発生時期と重なり、分枝の発生が抑えられたことが莢数が補償されなかった原因であると思われる。また、一莢粒数の決定に関して、暗渠整備済み圃場においては補償的な作用が認められるのに対し、未整備圃場でそれが認められなかった(図3b)。一莢粒数は開花期までの窒素栄養の影響を大きく受ける<sup>(2)</sup>ため、莢数と同様に乾物生産の不足や湿害による根の伸長あるいは活性の阻害が一莢粒数を決定したと考えられる。しかし一莢粒数決定に関する研究蓄積は少なく、その詳細については明らかではなかった。

次に暗渠整備済み圃場において収量差の主因となった圃場間の百粒重の差について検討した。百粒重は粒数に対して補償的な関係は認められず、その決定は粒数には依存していないようだった(図3c)。土壌条件との関連をみると、4週間培養における可給態窒素量と百粒重との間に有意な相関が認められた(表4)。12週間培養との相関も有意であったが、4週から12週間の窒素無機化量との間には相関はなく、4週間以降の窒素無機化量は百粒重に影響しないようだった。4週間培養の可給態窒素量は開花期前までの無機化量に相当すると考えられるため、この時期に無機化した窒素が直接百粒重に影響を与えたとは考えにくい。しかし、この時期の環境や形質と百粒重との相関が高いという例はいくつか存在する。藤本ら<sup>(2)</sup>は根粒非着生系統を用い、百粒重は播種後1ヶ月から開花期の間の窒素追肥で増大するとしている。また、佐々木<sup>(13)</sup>は開花期の主茎長と百粒重との間に高い相関があることを報告している。シンクとソースの関係では光合成産物・吸収窒素ともにシンク(粒数)の決定以降はソースが百粒重を規定するとされている<sup>(12, 16)</sup>。4週間培養以降の可給態窒素量と百粒重との相関が認められないこと

(表4)、葉の切除によって百粒重は顕著に低下すること<sup>(12)</sup>、窒素固定が期待できない根粒非着生系統においても開花期以降よりも開花期以前の追肥が百粒重の増加に効果的であること<sup>(2)</sup>、から百粒重の増加には吸収窒素よりも光合成産物が制限となっている可能性が高い。これらから暗渠整備済み圃場においては初期に無機化される窒素が葉面積の増大などを介して子実肥大期に影響を与えている可能性が考えられるが、これを検証するデータは無く、今後の検討が必要である。湿害強度の高い暗渠未整備圃場において百粒重と可給態窒素量との相関が認められなかった(表4)のは、前述のように湿害強度の高い圃場では、湿害によって粒数のばらつきが大きく(図3c)、地力の影響がマスクされてしまったためと考えられる。

#### 4. 増収のための土壌管理技術

以上の結果は、莢数の確保および百粒重の増加が、土壌管理技術を考える上での2つの大きなポイントであることを示している。

湿害強度が高く、莢数不足が収量を律している圃場においては、増収のためには莢数の確保が求められる。株数が収量の22%を決定した(表3)ことから第1には安定した出芽・苗立ちを図り、株数を確保することが重要である。第2には節数の確保が挙げられる。近年、畝立て栽培によって見かけの地下水位を下降させること<sup>(4)</sup>、あるいは湿害を被ったダイズへの肥効調節型肥料を施用<sup>(6)</sup>することで湿害を回避ないしは軽減する技術が報告されているが、両技術ともに分枝数の増加を促し、節数および莢数の確保を図っている。湿害強度の高い莢数減少型の圃場ではこれらの技術の導入が特に有効であろうと考えられる。

比較的湿害強度が低い圃場においては百粒重の増大が収量に寄与した(表3)。さらに百粒重と4週間培養の可給態窒素量は正の有意な相関があった(表4)。この詳しい機作は不明であるが、この結果は近年指摘されているダイズの地力問題と照らし合わせて考えると重要な意味を持つ。田村<sup>(17)</sup>は同一土壌を比較した場合、過去において夏作に畑利用した割合が高い水田ほど4週間畑培養での乾土効果が減少することを示している。このことは、畑転換による地力窒素の減少は4週間培養での窒素無機化量

の減少において顕著にあらわれることを示している。我々の結果から考えると、田村の指摘するような畑転換による地力の減耗が生じた際、生育前半に湿害を受けず、一定の粒数が確保される土壤におい

ては百粒重を通じて収量低下があらわれることが懸念される。地力窒素とダイズの収量との関係についてはさらなる検討が必要であろう。

## ・ 摘 要

新潟県上越地域の33筆の営農圃場を調査し、土壤条件がダイズの収量に与える影響を検討した。結果は以下のとおりである。

- (1) 当地域のダイズ収量は作土中の可給態窒素量よりも土壤の排水性に強く影響を受けていた。
- (2) 湿害強度の高い暗渠未整備圃場では粒数の決

定までの過程に粒数決定要素の補償作用が機能せず、これが収量を強く制限した。

- (3) 比較的排水性が高い暗渠整備済み圃場では百粒重が収量に最も強く影響し、百粒重と4週間培養の窒素無機化量との間に有意な相関が認められた。

## 引 用 文 献

1. 土壤環境分析法編集委員会(1997)土壤環境分析法。博友社、東京、p427.
2. 藤本亮夫・A.C.Suriadinata・西尾隆・金森哲夫(1988)窒素供給時期とダイズの収量形成、北農、55、41-49.
3. 福井県農業試験場(1978)地力保全基本調査総合成績書。福井、p572.
4. 細川寿・高橋智紀・松崎守夫(2003)大豆用耕うん同時畝立て播種作業技術。関東東海北陸農業研究成果情報、100-101.
5. 石川県農業試験場(1978)地力保全基本調査総合成績書。金沢。
6. 松崎守夫・高橋智紀・細川寿(2004)湿害大豆の形態的特徴と被覆尿素による湿害軽減技術。関東東海北陸農業研究成果情報、328-329.
7. 新潟県農林部(1978)地力保全基本調査総合成績書。新潟。
8. 西尾隆・鳥山和伸・関矢博幸・古賀野完爾(1997)転換畑土壤の窒素代謝能の経年変化とダイズの収量。土肥誌、68、659-666.
9. 農耕地土壌分類委員会(1995)農耕地土壌分類第3次改訂版。農環研資、17、1-78.
10. 南條正己(1991)土場蓄積りんの測定法の確立、農林水産技術会議事務局研究成果。259、11-16.
11. 西天浩(1987)汎用化水田における窒素の動向と作物による吸収 - 低湿重粘土水田を中心に示して - 。新潟アグロノミー、23、17-37.
12. 齋藤邦行・磯部祥子・瀬口由美香・黒田俊郎(2001)ソース/シンクの切除がダイズの生育収量、乾物生産に及ぼす影響。日作紀、70、365-372.
13. 佐々木紘一(1974)大豆の - 莢内粒数について - 1。北海道農試集、29、17-26.
14. 杉本秀樹(1994)水田転換畑におけるダイズの湿害に関する生理・生態学的研究。愛媛大農紀、39、75-134.
15. 住田弘一・加藤直人・西田瑞彦(2003)田畑輪換の繰り返しに伴う生産力低下に対する懸念。土肥学会講演要旨集、49、119.
16. 高橋能彦・土田徹・大竹憲邦・大山卓爾(2002)シグモイド型被覆尿素側条施肥による大豆の増収効果。土肥誌、74、55-60.
17. 田村有希博(1996)土壤の畑培養乾土効果を指標とした中粗粒灰色低地土水田の適正な輪換利用。北陸農業の新技术、9、37-41.
18. 鳥越洋一・進士宏・栗原浩(1981)ダイズの発育形態と収量成立に関する研究第1報 主茎の節間伸長と分枝の発育との関係。日作紀、50、191-198.
19. 富山県農業試験場(1983)地力保全基本調査総合成績書。富山、p453.

付表1 対象圃場の土壌の特性

| 圃場No. | 暗渠 | 前作 | 含水比<br>% | 最大容水量<br>% | 可給態窒素量           |                   | pH  | 全窒素含量<br>% | 粘土含量<br>% | シルト含量<br>% | 砂含量<br>% | EDTA-NaF可溶性リン<br>mgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g |
|-------|----|----|----------|------------|------------------|-------------------|-----|------------|-----------|------------|----------|--|
|       |    |    |          |            | mg/100g<br>4週間培養 | mg/100g<br>12週間培養 |     |            |           |            |          |  |
| 1     | あり | 大豆 | 42.9     | 90         | 7.3              | 11.1              | 4.9 | 0.29       | 58        | 34         | 13       | 114  |
| 2     | あり | 水稲 | 81.5     | 128        | 7.7              | 19.1              | 4.9 | 0.29       | 52        | 34         | 17       | 127  |
| 3     | あり | 大豆 | 38.5     | 90         | 7.2              | 13.5              | 5.0 | 0.22       | 48        | 34         | 19       | 147  |
| 4     | あり | 大豆 | 35.4     | 83         | 4.1              | 7.2               | 5.2 | 0.20       | 45        | 34         | 25       | 160  |
| 5     | あり | 水稲 | 49.4     | 79         | 2.7              | 4.9               | 5.4 | 0.17       | 29        | 47         | 35       | 99   |
| 6     | あり | 水稲 | 56.2     | 75         | 2.5              | 5.8               | 5.4 | 0.18       | 43        | 35         | 33       | 125  |
| 7     | あり | 水稲 | 49.8     | 91         | 4.4              | 7.6               | 5.2 | 0.24       | 47        | 38         | 26       | 75   |
| 8     | あり | 水稲 | 52.7     | 96         | 3.1              | 8.1               | 5.3 | 0.24       | 51        | 35         | 23       | 59   |
| 9     | あり | 大豆 | 49.7     | 96         | 5.4              | 13.1              | 5.2 | 0.28       | 42        | 31         | 24       | 103  |
| 10    | あり | 水稲 | 54.3     | 100        | 3.8              | 7.8               | 5.1 | 0.20       | 47        | 34         | 22       | 96   |
| 11    |    | 水稲 | 92.5     | 113        | 12.4             | 20.8              | 4.8 | 0.32       | 42        | 32         | 26       | 294  |
| 12    |    | 大豆 | 77.6     | 98         | 7.0              | 14.6              | 5.1 | 0.31       | 41        | 33         | 26       | 118  |
| 13    |    | 大豆 | 81.9     | 105        | 11.5             | 18.3              | 4.9 | 0.32       | 40        | 27         | 31       | 254  |
| 14    |    | 大豆 | 53.8     | 61         | 5.8              | 13.7              | 5.5 | 0.19       | 24        | 22         | 56       | 179  |
| 15    |    | 大豆 | 38.2     | 66         | 3.4              | 5.7               | 6.2 | 0.11       | 20        | 31         | 52       | 126  |
| 16    |    | 水稲 | 74.9     | 88         | 8.8              | 11.7              | 5.0 | 0.27       | 33        | 36         | 30       | 247  |
| 17    |    | 大豆 | 47.7     | 67         | 5.5              | 7.7               | 5.7 | 0.15       | 26        | 31         | 47       | 104  |
| 18    |    | 水稲 | 68.6     | 80         | 8.0              | 11.4              | 5.4 | 0.22       | 28        | 31         | 44       | 153  |
| 19    |    | 水稲 | 79.4     | 92         | 8.3              | 14.0              | 4.9 | 0.27       | 37        | 38         | 29       | 160  |
| 20    |    | 水稲 | 55.7     | 64         | 4.2              | 7.5               | 5.1 | 0.16       | 23        | 25         | 55       | 99   |
| 21    |    | 水稲 | 69.4     | 90         | 7.7              | 17.7              | 5.3 | 0.24       | 27        | 31         | 33       | 182  |
| 22    |    | 水稲 | 75.9     | 98         | 9.0              | 16.8              | 5.0 | 0.29       | 30        | 33         | 25       | 154  |
| 23    |    | 水稲 | 86.5     | 115        | 7.9              | 15.4              | 4.8 | 0.33       | 42        | 28         | 18       | 206  |
| 24    |    | 水稲 | 90.3     | 113        | 8.3              | 14.6              | 4.8 | 0.34       | 41        | 28         | 17       | 198  |
| 25    |    | 水稲 | 80.3     | 104        | 8.1              | 12.4              | 4.9 | 0.30       | 45        | 36         | 23       | 121  |
| 26    |    | 水稲 | 86.2     | 111        | 8.7              | 14.9              | 4.9 | 0.32       | 50        | 34         | 18       | 183  |
| 27    | あり | 大豆 | 42.3     | 89         | 5.9              | 8.7               | 5.4 | 0.24       | 44        | 32         | 27       | 170  |
| 28    |    | 水稲 | 89.6     | 103        | 9.4              | 17.6              | 4.9 | 0.33       | 38        | 38         | 27       | 160  |
| 29    |    | 水稲 | 81.2     | 103        | 8.4              | 16.1              | 5.0 | 0.32       | 39        | 34         | 27       | 116  |
| 30    |    | 水稲 | 63.0     | 97         | 7.5              | 15.8              | 5.0 | 0.29       | 38        | 30         | 28       | 162  |
| 31    |    | 水稲 | 68.3     | 105        | 10.9             | 18.4              | 4.9 | 0.30       | 37        | 32         | 28       | 134  |
| 32    | あり | 水稲 | 47.9     | 78         | 4.5              | 5.6               | 5.3 | 0.15       | 27        | 30         | 44       | 158  |
| 33    |    | 水稲 | 78.4     | 105        | 6.9              | 14.7              | 5.0 | 0.28       | 47        | 43         | 19       | 317  |

付表2 対象圃場の収穫期のダイズの収量形質

| 圃場No. | 収量<br>g/m <sup>2</sup> | 主茎長<br>m | 莢数<br>/m <sup>2</sup> | 百粒重  | 全重<br>g/m <sup>2</sup> | 粒数<br>/m <sup>2</sup> | 莢重<br>g/m <sup>2</sup> | 株数<br>/m <sup>2</sup> | 主茎節数<br>/m <sup>2</sup> | 子実のタンパク含量<br>% |
|-------|------------------------|----------|-----------------------|------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------|
| 1     | 478                    | 0.73     | 891                   | 33.7 | 702                    | 1420                  | 297                    | 14.7                  | 226                     | 43.7           |
| 2     | 402                    | 0.62     | 696                   | 32.8 | 596                    | 1220                  | 255                    | 10.7                  | 154                     | 43.5           |
| 3     | 437                    | 0.64     | 782                   | 32.7 | 634                    | 1330                  | 263                    | 13.0                  | 185                     | 43.1           |
| 4     | 382                    | 0.52     | 775                   | 28.9 | 567                    | 1320                  | 241                    | 16.3                  | 222                     | 42.3           |
| 5     | 412                    | 0.59     | 863                   | 30.9 | 602                    | 1330                  | 252                    | 15.3                  | 204                     | 42.7           |
| 6     | 378                    | 0.46     | 779                   | 28.7 | 529                    | 1310                  | 208                    | 15.0                  | 193                     | 42.0           |
| 7     | 437                    | 0.59     | 760                   | 30.5 | 653                    | 1430                  | 282                    | 14.0                  | 187                     | 42.7           |
| 8     | 458                    | 0.58     | 960                   | 30.2 | 685                    | 1520                  | 296                    | 14.3                  | 188                     | 42.5           |
| 9     | 411                    | 0.62     | 763                   | 30.7 | 619                    | 1340                  | 270                    | 13.7                  | 183                     | 43.5           |
| 10    | 433                    | 0.47     | 792                   | 31.9 | 614                    | 1360                  | 245                    | 12.3                  | 158                     | 42.3           |
| 11    | 294                    | 0.45     | 544                   | 31.3 | 417                    | 936                   | 168                    | 12.7                  | 172                     | 43.2           |
| 12    | 225                    | 0.52     | 458                   | 32.0 | 339                    | 703                   | 148                    | 12.7                  | 180                     | 45.3           |
| 13    | 360                    | 0.54     | 776                   | 29.7 | 520                    | 1210                  | 214                    | 14.4                  | 202                     | 41.7           |
| 14    | 433                    | 0.62     | 921                   | 31.4 | 659                    | 1370                  | 290                    | 15.3                  | 234                     | 40.9           |
| 15    | 302                    | 0.50     | 632                   | 27.9 | 468                    | 1080                  | 212                    | 12.0                  | 167                     | 38.9           |
| 16    | 378                    | 0.63     | 741                   | 29.6 | 584                    | 1280                  | 263                    | 15.0                  | 221                     | 40.4           |
| 17    | 235                    | 0.53     | 433                   | 32.0 | 337                    | 735                   | 137                    | 10.0                  | 139                     | 42.0           |
| 18    | 360                    | 0.51     | 725                   | 29.8 | 519                    | 1210                  | 213                    | 14.7                  | 197                     | 40.7           |
| 19    | 368                    | 0.44     | 788                   | 28.9 | 505                    | 1270                  | 192                    | 14.7                  | 191                     | 40.5           |
| 20    | 317                    | 0.46     | 596                   | 29.9 | 454                    | 1060                  | 184                    | 15.0                  | 209                     | 39.9           |
| 21    | 364                    | 0.55     | 818                   | 31.5 | 583                    | 1160                  | 274                    | 14.0                  | 218                     | 40.9           |
| 22    | 423                    | 0.50     | 741                   | 30.1 | 556                    | 1400                  | 191                    | 12.7                  | 174                     | 40.7           |
| 23    | 354                    | 0.49     | 702                   | 31.7 | 476                    | 1120                  | 174                    | 12.7                  | 176                     | 42.4           |
| 24    | 311                    | 0.42     | 601                   | 29.6 | 425                    | 1050                  | 161                    | 12.0                  | 158                     | 41.2           |
| 25    | 394                    | 0.55     | 765                   | 29.4 | 550                    | 1340                  | 215                    | 12.3                  | 171                     | 41.8           |
| 26    | 331                    | 0.50     | 647                   | 29.5 | 446                    | 1120                  | 165                    | 12.0                  | 179                     | 40.8           |
| 27    | 417                    | 0.70     | 877                   | 29.7 | 670                    | 1390                  | 318                    | 15.0                  | 209                     | 40.9           |
| 28    | 298                    | 0.49     | 710                   | 27.4 | 439                    | 1090                  | 186                    | 13.3                  | 200                     | 37.4           |
| 29    | 290                    | 0.52     | 609                   | 27.0 | 432                    | 1070                  | 186                    | 14.0                  | 203                     | 39.6           |
| 30    | 261                    | 0.48     | 568                   | 29.4 | 426                    | 888                   | 202                    | 14.3                  | 207                     | 41.1           |
| 31    | 343                    | 0.54     | 773                   | 27.4 | 540                    | 1250                  | 249                    | 13.3                  | 186                     | 37.4           |
| 32    | 398                    | 0.70     | 903                   | 31.1 | 601                    | 1280                  | 262                    | 18.7                  | 268                     | -              |
| 33    | 394                    | 0.55     | 872                   | 29.6 | 570                    | 1340                  | 235                    | 21.3                  | 286                     | -              |

- は未測定であることを示す

# **Influence of Soil Properties on the Yield of Soybean in Upland Fields Converted from Rice Paddies - a Case Study in Joetsu Region, Niigata, Japan -**

Tomoki Takahashi<sup>\*1</sup>, Morio Matsuzaki<sup>\*2</sup>, Yukiharu Shioya<sup>\*1</sup> and Hisashi Hosokawa<sup>\*1</sup>

## **Summary**

We studied the effects of soil conditions on the yield of soybean in farmer's fields at Joetsu region in Niigata. The 33 of all fields investigated were upland fields converted from rice paddies. Wet injury but N deficiency was a dominant factor to suppress the yield of soybean in this area. Seeds number controlled the yield in the fields whose water content was relatively high ( $r^2=0.93$ ). In these fields, pods number did not compensate low plant density. We considered the wet season around flowering stage confined development of nodes and pods in these fields. Contrary, seeds weight influenced the yield in the fields which water content were relatively low ( $r^2=0.36$ ). Because the amount of N mineralization was correlated with seeds weight significantly in these fields, there is a worry that decline of amount of mineralized N by conversion from paddy to upland field could decrease the yield of soybean in group of these fields.