

不耕起移植水稻の生育特性を左右する要因と

その改善方策

山形県農業試験場庄内支場 作物部

部長 小南 力

主任専門研究員 藤井 弘志

1. はじめに

水稻の不耕起移植栽培は、稲作経営の低コスト化や規模拡大を指向している農家の作業競争を軽減する技術として期待されている。

また、不耕起移植栽培は、平成5年度の冷害および平成6年度の高湿等の気象変動に対して、収量あるいは品質の低下が少ないことが指摘されている^{1, 2)}。さらに、不耕起移植水稻（以下、不耕起区）の生育の特徴は、①初期生育が抑制されること、②秋勝り的な生育パターンになること、が明らかにされている^{3, 4)}。

しかし、現状の不耕起区の収量は、耕起代かき移植水稻（以下、耕起区）対比90~100の例が多く^{5, 6)}、耕起区並の収量を恒常的に得るにはいたっていない。

不耕起区の収量を耕起区並に向上を図るには、不耕起区の生育パターンの特徴を左右している要因（水稻側、土壌側）を明らかにして、その改善策を構築することが必要である。

そこで、今回は、不耕起栽培を継続しているほ場において、不耕起区の基本的な生育パターン・窒素吸収パターン・収量・収量構成要素および食味等の年次変動とその特徴を解析して、不耕起で指摘されている生育の特性を左右している要因について明らかにするとともに、その改善方策を紹介する。

2. 不耕起と耕起の基本的特徴の比較

速効性窒素肥料を用いた不耕起（表層施肥）と耕起（全層施肥）との生育・収量および窒素吸収パターン等についての比較を表1に示す。これによる主な相違点については以下に示します。

1) 生育・収量および収量構成要素

試験を行ったいずれの年次においても、不耕起

区の最高茎数が耕起区よりも少なく、また、最高分け時期も不耕起区で1~2日遅れる傾向であった。一方、有効茎歩合は、不耕起区が耕起区より優る傾向であった。不耕起区の収量は、耕起区対比91~100（平均96）で耕起区に比べて並~やや少ない傾向であった。収量構成要素についてみると、不耕起区は、耕起区に比べて、 m^2 当たり粒数が少なく、逆に、決定要素である千粒重は重くなる傾向であったが、登熟歩合は、年次によって異なり、一定の傾向を認められなかった。不耕起区の品質は、整粒歩合が高まり、特に気象変動（高湿）に対する抵抗性が高まる傾向であった。精米中のタンパク質含有率は、不耕起区>耕起区であった。

2) 窒素吸収パターン

移植から6月30日までの窒素吸収量は、耕起区>不耕起区であったが、7月1日から穂揃期および穂揃期から成熟期までの窒素吸収量は、逆に、不耕起区>耕起区であり、不耕起区における窒素吸収パターンは、秋勝り型であった。葉位別葉身窒素濃度をみると、登熟中期における葉身の窒素濃度は各葉位とも不耕起区で耕起区よりも高かった。特に、下位葉になると両区の葉身窒素濃度の差が大きくなる傾向が認められた。

3. 不耕起の生育特性を左右している要因

1) 初期生育の抑制

不耕起と耕起区の茎数増加率（図1）によれば、6月1日~10日の茎数増加率は、不耕起区=耕起区であるが、6月11~20日の茎数増加率は、耕起区>不耕起区で、その後は耕起区=不耕起区であった。このことから、活着した直後については、不耕起・耕起についても土壌表層の根圏アンモニア態窒素量が同じ程度であることから、茎数

表1 不耕起と耕起の基本的特徴の比較 (1988~1994年平均:庄内支場) (参考資料:表1, 2, 3)

項 目	不耕起と耕起の比較	備 考
収量(1.9mm以上:kg/10a)	耕起(575) > 不耕起(551)	
生育		
最高莖数(本/m ²)	耕起(712) > 不耕起(602)	
最高分けつ期	耕起(6/28) > 不耕起(7/4)	出穂期:不耕起で耕起より1~2日遅延
収量構成要素		
穂数 (本/m ²)	耕起(529) ≥ 不耕起(419)	
1穂粒数(粒/1穂)	差は判然としない	耕起(62.3)、不耕起(61.8)
m ² 当たり粒数(×100)	耕起(334) > 不耕起(309)	
収量決定要素		
玄米粒数歩合(%)	差は判然としない	耕起(79.3)、不耕起(80.7)
千粒重(g)	不耕起(22.1) > 耕起(21.7)	
品 質		
整粒歩合(%)	不耕起(77) > 耕起(73)	品種:ササニシキ→不耕起(35.0)、耕起(56.2)
食味関連形質		
精米中タンパク質濃度(%)	不耕起(8.1) > 耕起(7.5)	
窒素吸収量(kg/10a)		
7/1	耕起(5.1) > 不耕起(4.0)	
穂揃期	不耕起(10.0) > 耕起(9.7)	
成熟期	不耕起(11.8) ≥ 耕起(11.1)	
7/1~成熟期	不耕起(7.8) > 耕起(6.0)	
窒素吸収割合(%)		
移 植~7/1	耕起(45) > 不耕起(34)	
7/1~成熟期	不耕起(66) > 耕起(55)	
地力窒素吸収量(kg/10a)※		
7/1	耕起(3.2) > 不耕起(2.7)	
穂揃期	不耕起(4.2) > 耕起(3.2)	
成熟期	不耕起(1.9) ≥ 耕起(1.4)	
7/1~成熟期	不耕起(6.1) > 耕起(4.6)	
地力窒素吸収割合(%)		
移 植~7/1	耕起(41) > 不耕起(31)	
7/1~成熟期	不耕起(69) > 耕起(59)	
葉身窒素濃度(登熟中期)	不耕起 > 耕起	
地温の推移(地表下 5cm)	耕起(6月:20.1, 7月:23.4) > 不耕起(6月:19.6, 7月:22.9)	
(地表下20cm)	不耕起(6月:19.0, 7月:22.3) > 耕起(6月:18.7, 7月:22.0)	

※1994年の施肥窒素利用率(%)を乗じて算出した窒素吸収量を施肥窒素吸収量として算出→耕起:基肥→35%、活着→15%、追肥→53%、不耕起:基肥→15%、側条→45%、追肥→60%

増加には差がないことが考えられる。その後、不耕起区における莖数増加率が低下する要因としては次の2点が考えられる。①根圏のアンモニア態窒素量が少ないこと②基肥窒素の利用率が低いことである。

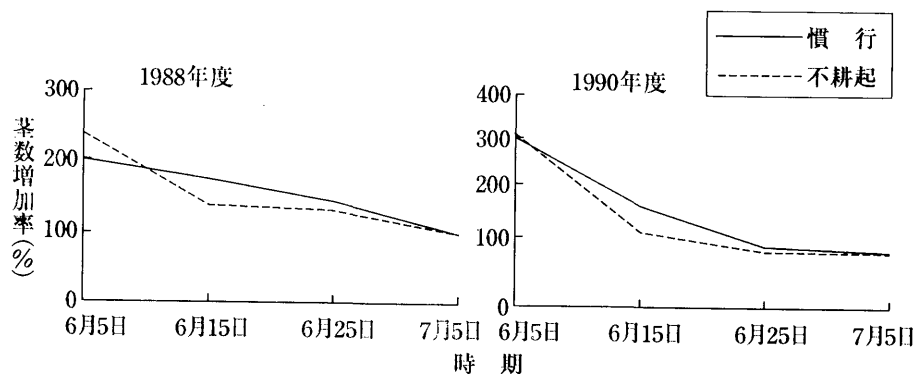
不耕起区の場合、通常は表面施肥になっていることから、耕起区的全層施肥に比較して、表層のアンモニア態窒素量は高いが、稲が利用できる根

圏全体のアンモニア態窒素量は少ない。さらに、表面施肥となっていることから、脱窒が起りやすく水稲の利用可能な基肥窒素量が減少することが考えられ、結果的に不耕起区の基肥窒素(表面施肥)の水稲による窒素利用率が低くなった。この点については高橋⁷⁾、金田ら⁸⁾の報告によっても確認されている。

さらに、不耕起区の場合、土壌が耕起区に比べ

て硬いことによる初期生育の抑制が考えられる。本試験においても、通常の耕起水田程度の小コーン貫入抵抗では、初期生育の抑制は少ないが、貫入抵抗が大きくなるに従い初期生育（乾物重）が抑制されることを確認した。この点も不耕起区における初期生育抑制の大きな要因と考えられる。なお、不耕起区における小コーンの貫入抵抗が耕起区に比べて高いことは指摘されている⁹⁾が、その値については、土壌の種類や有機物管理によって異なることが考えられる。不耕起栽培可能な土壌については、透水性の低いグライ土、泥炭土等で適すとされているが、水稻の初期生育を考慮した判断基準になっていないのが現状である。小コーンの貫入抵抗と初期生育との関連が認められることから、小コーンの貫入抵抗を1つの指標として不耕起栽培の適土

図1 時期別茎数増加率の推移



壤の判断に利用できると考えられる。

以上より、表2には、不耕起区における初期生育抑制の要因についてまとめた。

表2 不耕起における初期生育抑制の要因（モデル化）

時期	茎数の増加を左右する要因	茎数の実態(茎数増加率)
移植～6/10	☆土壌硬度（小コーン値） 大→根の伸長阻害→施肥窒素の吸収遅延 小～中→施肥窒素の吸収量（耕起≠不耕起）	耕起>>不耕起 耕起≠不耕起
6/10～6/20	☆施肥窒素吸収量→耕起>不耕起 不耕起は、表層施肥であるので、 根域の残存アンモニア態窒素量が 耕起に比べて極めて少ない。 施肥窒素の利用率の低下	耕起>不耕起
6/20～6/30	☆施肥窒素吸収量→耕起≧不耕起	耕起≧不耕起

図2 不耕起における高い登熟性を示す要因（モデル化）

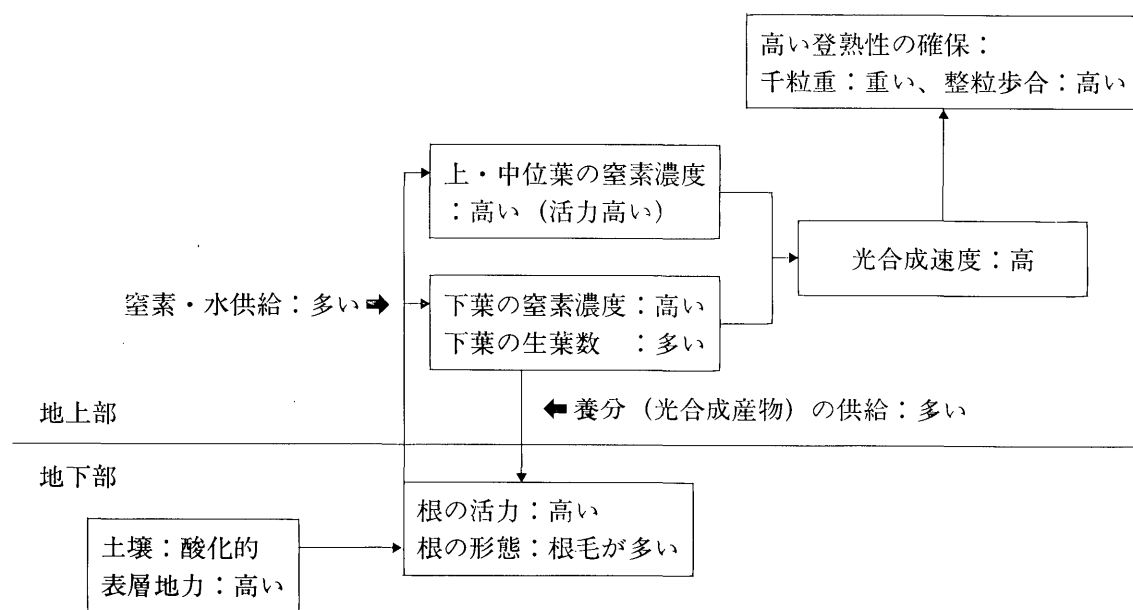
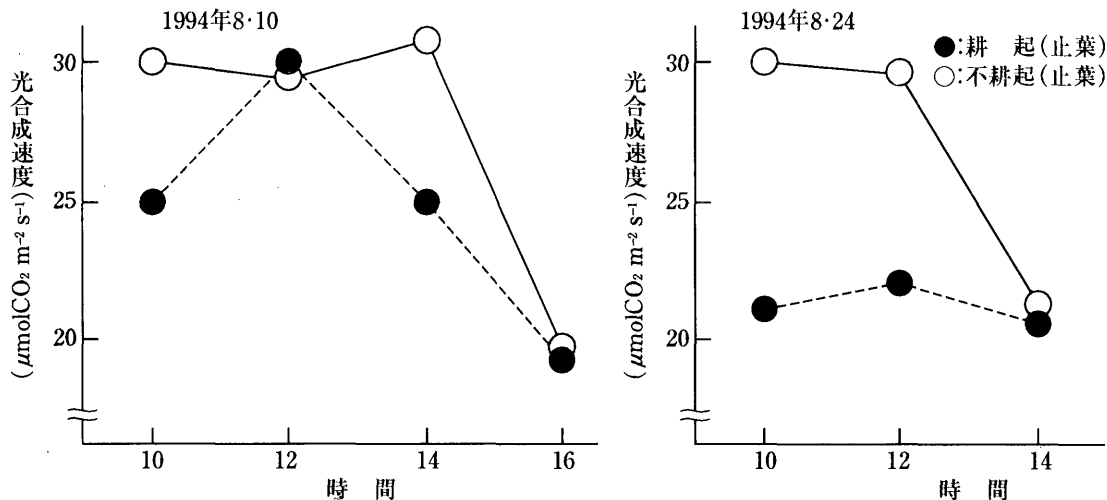


図3 みかけの光合成速度の比較



2) 秋まさり的な生育パターン

不耕起区が、耕起区に比べて秋勝り的な生育パターンになる要因について図2にまとめた。これによれば、①土壌が酸化的であること②根の活力が高いこと③葉身の窒素濃度が高いこと（特に、下位葉で高いこと）④登熟期間中の葉身のみかけの光合成速度が高いこと（図3）の4者が相互に関与して、不耕起区における高い登熟性を形成していると考えられる。

3. 改善方策

不耕起では、耕起に比べて、一般的には穂数・粒数が少なく、登熟は良好（千粒重が重い）であるが、結果的に収量がやや低下する傾向であった。不耕起における初期生育の改善方策として、速効性肥料の表層施肥では、水稲による利用率が

低く効果的でない。そこで、根圏の窒素濃度を高める施肥法として、側条施肥（移植機械の改善）、シグモイドタイプの箱施用（LP SA（40タイプ）～LP S60）および移植時にリニアタイプ（LP30）の条施肥が考えられ、いろいろな場所で行われている。

また、不耕起は、秋勝り的な窒素の吸収パターンであるので、現状の粒数の少ない条件では精米中のタンパク質含有率が高くなる可能性がある。特に、不耕起の継続による表層地力の富化に対応した追肥窒素量（減肥）の検討が必要である。さらに、不耕起では、佐藤¹⁰⁾らによって導入された育苗箱全量施肥（シグモイドタイプ）は有効であり、すでに現場に普及されている。そこで、山形県の庄内支場で実施した事例を表3に紹

表3 育苗箱全量施肥試験結果（1996年）

	わら重 kg/10a	収量 kg/10a	穂数 本/m ²	m ² 当たり粒数 粒/m ²	精玄米粒数 歩合(%)	千粒重 (g)
耕起(全層+穂肥、速効性窒素)	781	632	526	36,500	79.1	21.9
不耕起(箱施用、苗箱まかせ)	630	572	455	33,200	75.2	22.9

耕起(6kg/10a+2kg/10a)．不耕起(苗箱まかせ6kg/10a相当) 品種：はえぬき

	生産費用(円/10a)			
	機械費用(耕起～移植)	資材費用(肥料等)	労働費(基肥+追肥)	計
耕起	25,400	4,460	2,570	32,430
不耕起	12,600	4,000	—	16,600

不耕起が耕起に比べて、15,830円低コスト、政府米の価格で試算すると、収量差(耕起-不耕起)約60kg/10aに相当する。

注) 苗箱まかせN400-100……育苗箱全量施肥用のLPコート，溶出抑制期間30日，主溶出期間70日の100タイプ

介する。

文 献

- 1) 岩澤信夫：新しい不耕起イネづくり，農文協 (1994)
- 2) 山形県農業試験場庄内支場，水稻成績書 (1994)
- 3) 早坂剛・上林儀徳・長谷川政俊：水稻の不耕起機械移植栽培，日作東北支部報，32，8～11 (1989)
- 4) 金田吉弘：低湿重粘汎用水田における水稻の不耕起及び部分耕移植栽培，農業技術，47，215～219 (1992)
- 5) 全国農業協同組合連合会，水稻不耕起栽培における効率的施肥法の確立試験 (1994)

- 6) 夏期東北土壤肥料研究会資料 (1993)
- 7) 高橋能彦：水稻不耕起移植栽培におけるペー
スト側条施肥の肥料利用率と稲体の窒素吸収特
性，土肥誌，64，681～684 (1993)
- 8) 金田吉弘・栗崎弘利・村井隆：肥効調節型肥
料を用いた育苗箱全量施肥による水稻不耕起移
植栽培，土肥誌，65，385～391 (1994)
- 9) 全国農業協同組合連合会，長期不耕起圃場調
査報告書 (1993)
- 10) 佐藤徳雄・渋谷暁一：全量床土施肥による省
力施肥栽培について，日作東北支部報，34，15
～16 (1991)

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溶け方を
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[®]**

★セル成型苗用育苗培土…………… **与作[®]**

★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**