

水稻主稈葉数の標準型 および減葉型における形態的特性

上地由朗*・鈴木悠太*・桜谷哲夫*

(平成 23 年 2 月 24 日受付/平成 23 年 12 月 2 日受理)

要約: 本研究は 1/5000a ワグネルポットに円形 20 株密植栽培した日本晴, コシヒカリおよびタカナリの水稲 3 品種について, 総葉数の異なる主稈の出穂日, 穂長, 葉身長, 葉鞘長および節間長を比較検討したもので, 2009 年に東京農業大学世田谷キャンパス網室で行った。3 品種ともに主稈葉数に 1 枚の差が生じる標準型と減葉型の異なる生育型が発現した。標準型および減葉型の出現比率は試験区により変動し, コシヒカリおよび日本晴では標準型の集中する傾向にあったが, タカナリは 2 つの生育型に分かれる傾向にあった。タカナリではこの 2 つの生育型の形質間には有意な差がみられ, 減葉型は標準型に比べ, 出穂日はほとんど変わらなかったが, 上位葉身が長く, 下位節間が短い傾向を示した。また, 窒素追肥および稈基部遮光が器官伸長に及ぼす影響を 3 品種の標準型および減葉型について検討したところ, 幼穂発育期前半の窒素追肥は上位葉身長や上位節間長を高める傾向にあり, 幼穂発育期間を通じた窒素追肥や稈基部遮光処理は下位節間を伸長させた。これらの影響は品種間および生育型間では大きな差が認められなかったことから, 下位節間に着目した水稻の形態的制御を行う場合には, 生育型を厳密に分ける必要性がないことが示唆された。

キーワード: 水稻, 主稈葉数, 窒素追肥, 稈基部遮光, 器官伸長

1. 緒 言

水稻栽培において窒素施肥による生育制御技術は水稻栽培技術の根幹をなすものであり, これまで数多くの研究がなされてきた。松島(1973)¹⁾は理想イネの条件として, 上位 3 葉が短く, 直立的であることをあげており, そのために, 器官の同伸性²⁾を利用して, 上位葉と下位節間を同時に短縮させようとした。この研究はその後の水稻栽培技術の発展に大きな影響を与えたが, 供試品種や施肥法に問題点があることから再検討の必要があるとの指摘もなされるようになってきている³⁾。一方で, 異なる観点から理想イネを提示した報告もみられ, 追肥重点型栽培を中心とした理想生育型のイネにおける下位節間は短く, 上位節間は長いことが示されている^{4,5)}。一般に, 穂首分化期以降の窒素施肥は収量器官を増大させるので収量の向上が図れるが, その反面, 群落構造を悪化させ, 倒伏を助長する栽培上の欠点もある。したがって, この時期の窒素施肥管理では収量器官の増大を図りつつ, 倒伏を招かないような施肥体系が重要となる⁶⁾。

水稻栽培において高品質かつ高位安定的に玄米を生産するためには良好な受光態勢が必要不可欠である。この点において水稻の形態的制御は重要であり, 理想的な草姿の解明とともにその制御法を確立する必要がある。松葉(2000)⁷⁾は松島(1973)¹⁾の草姿制御論の検証と新たなデータによる再検討を行い, 新しい草姿制御法を示している。また, WATANABE(1999)⁸⁾や長谷川ら(2001)⁹⁾による 3 次元形態

形成モデルに関する報告もなされているが, 実用化させるためには形態的制御に関するさらに多くの基礎的知見を得る必要がある¹⁰⁾。

一方, 水稻を同一条件で栽培した場合, しばしば主稈葉数が 1 枚異なる 2 つの生育型が存在することが松葉(1987, 1996)^{11,12)}のポット試験および圃場試験によって報告されている。異なる主稈葉数による形態的形質および生理的形質の違いは, 形態的制御および生育時期の予測や追肥時期の決定のための出穂期予測などに大きくかかわってくるので, 留意すべき重要な点であるという指摘もある¹³⁾。

本研究は日本型 2 品種, インド型 1 品種を用い, 同一品種内で主稈葉数の異なる生育型が発現することを確かめるとともに, 生育型の違いによる形態的形質について検討し, 節間伸長に着目した合理的な形態的制御技術の構築に役立てることが目的である。

2. 材料と方法

供試品種は日本晴(日本型水稻), コシヒカリ(日本型水稻)およびタカナリ(インド型水稻)で, 栽培は 2009 年に東京農業大学世田谷キャンパス網室で行った。温湯消毒済みの催芽種子をベーパーポット R-5(日本甜菜製糖株式会社製)に 1 ブロック 1 粒ずつ播種し, 2 葉齢に達した生育の揃った苗を 1/5000a ワグネルポットに円形 20 株となるように移植した¹⁴⁻¹⁶⁾。移植は根を切断しないように丁寧に 1 ブロックずつ取り外し, 植え付け深度がすべて一定となるように行った。播種日は 4 月 24 日, 移植日は 5 月 2

* 東京農業大学短期大学部生物生産技術学科

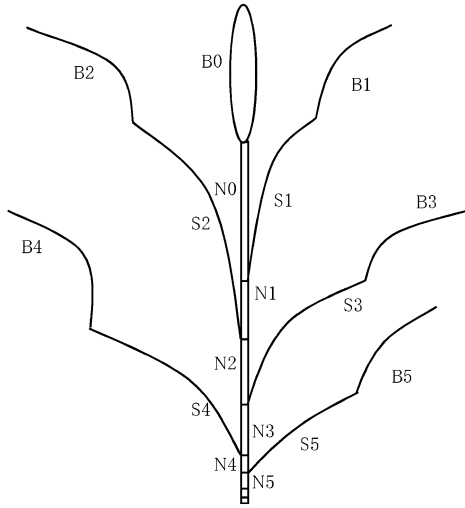


図1 各器官の呼称

日であった。使用した土壌は神奈川県厚木市の本学農場の水田土壌で、基肥として、成分量でポットあたり0.1gの窒素、リン酸およびカリを表層15cmに均等に施用した。窒素は硫酸(成分量21%)、リン酸は過リン酸石灰(％17%)、カリは塩化カリ(％60%)で施用した。すでに、窒素追肥と稈基部遮光が器官伸長に影響を及ぼすことは明らかにされているので¹⁷⁻²¹⁾、ここでは生育型によるそれらの影響の違いを調べるために追肥区および遮光区と無処理区を設けた。すなわち、日本晴は移植後82、92および102日、コシヒカリは移植後68、78および88日、タカナリは移植後75、85および95日に窒素追肥および遮光処理を行った。追肥は成分量でポットあたり0.1gの窒素を硫酸で表層施用し、遮光処理は遮光率39%の寒冷紗(#109)を用いて地際から10cmの稈基部を10日間ポットごと覆った。各試験区2ポットずつ設けた。また、栽培期間中に抽出した分けつは適宜除去し、主稈のみとした。経時的な生育調査は行わなかったが、出穂調査は各試験区のすべての個体について行った。

このようにして栽培した材料すべてを成熟期に根ごと掘り起こし、10日間自然乾燥させたのち、穂、葉身、葉鞘および節間の長さを測定した。器官長の測定には竹製のさしを使用し、長さ1cm以下のものについてはデジタルノギス(シンワ測定株式会社)を使用した。なお、それぞれの器官の呼称は穂をB0、葉身は止葉がB1、以下順に、B2、B3、…、葉鞘は上から順にS1、S2、S3、…とし、節間は穂首節間がN0、以下上から順にN1、N2、N3、…とした(図1)。

3. 結 果

(1) 生育概要

移植後の生育はほぼ順調であり、生育期間を通じて病虫害の発生もなかった。得られた個体数は1区あたり39~40個体であった。

(2) 主稈葉数

3品種における平均最終主稈葉数は日本晴が12.4~12.8葉、コシヒカリが11.9~12.2葉、タカナリが12.5~13.0葉の範囲にあり、各品種とも試験区間差が小さかった。各試験区における最終主稈葉数の発現比率は表1に示した通りである。日本晴は主稈葉数12~14、コシヒカリは同11~13、タカナリは同12~13の個体が発現し、すべての品種について複数の生育型がみられた。ただし、日本晴では主稈葉数13、コシヒカリでは同12に集中しており、とくにコシヒカリではその傾向が強かった。これらに対して、タカナリでは主稈葉数13の個体が多かったが、同12の個体も比較的多く存在していた。栽培条件の変異が最も小さい無処理区において最終主稈葉数が1枚差の生育型は3品種ともにみられた。すなわち、日本晴では39個体のうち31個体が主稈葉数13で、4個体が同12であった。コシヒカリでは40個体のうち38個体が主稈葉数12で、2個体が同11であった。これらに対して、タカナリは40個体のうち29個体が主稈葉数13で、11個体が同12であった。ここでは日本晴においては主稈葉数13、コシヒカリは同12、タカナリは13をそれぞれ標準型とし、1枚少ないものをそれぞれ減葉型とした。

(3) 出穂日

各試験区における出穂日は表2に示した通りである。もっともはやく出穂したのはコシヒカリで、タカナリと日本晴の間には有意な差はなかった。全個体を対象とした出穂日は日本晴が8月13日~18日、コシヒカリが8月6日~10日、タカナリが8月13日~16日の範囲にあったが、同一試験区内における異なる主稈葉数間での出穂期のずれは3品種ともに小さく、0~3日であった。

(4) 器官長

日本晴の標準型(主稈葉数13)および減葉型(％12)における穂(B0)、葉身(B1~B5)、葉鞘(S1~S5)および節間(N0~N5)の長さは表3に示した通りである。B0は標準型が123~153mm、減葉型が110~157mmの範囲にあった。葉身は各試験区を通しての最長は標準型がB4、減葉型がB3であったが、最短はともにB1であった。追肥による葉身長への影響については、B3~B5では有意な試験区間差はみられなかったが、B1に関しては標準型のT(-23)区および減葉型のT(-21)区では大きく伸長する傾向にあった。稈基部遮光による葉身長への影響は小さかった。葉鞘長に関しては、S1以外は試験区間差が小さく、追肥区や遮光区は無処理区との間に有意な差はほとんどみられなかった。一方、節間長に関しては、各試験区ともに上位節間ほど長くなったが、標準型のT(-23)区やT(-13)区などではN3やN4が長くなる傾向にあった。また、稈基部遮光による節間伸長への影響は大きく、標準型のN2、N3およびN4についてはS(-23)区とS(-14)区で有意に長くなった。

コシヒカリの標準型(主稈葉数12)および減葉型(％11)の器官長も同様に表4に示した。コシヒカリでは最長とな

表 1 各試験区における主稈葉数の発現比率

| 品種 | 試験区 | 主稈葉数の発現比率(%) | | | | 品種 | 試験区 | 主稈葉数の発現比率(%) | | | | 品種 | 試験区 | 主稈葉数の発現比率(%) | | | |
|-----|--------|--------------|------|-------|------|-------|--------|--------------|-------|------|-----|------|--------|--------------|------|------|-----|
| | | 11葉 | 12葉 | 13葉 | 14葉 | | | 11葉 | 12葉 | 13葉 | 14葉 | | | 11葉 | 12葉 | 13葉 | 14葉 |
| 日本晴 | 無処理 | - | 10.3 | 79.5 | 10.3 | コシヒカリ | 無処理 | 5.0 | 95.0 | - | - | タカナリ | 無処理 | - | 29.3 | 70.7 | - |
| | T(-23) | - | 10.0 | 90.0 | - | | T(-28) | - | 95.0 | 5.0 | - | | T(-29) | - | 21.1 | 73.7 | 5.3 |
| | T(-13) | - | - | 100.0 | - | | T(-18) | - | 100.0 | - | - | | T(-18) | - | 45.0 | 55.0 | - |
| | T(-3) | - | 20.0 | 75.0 | 5.0 | | T(-9) | 5.0 | 90.0 | 5.0 | - | | T(-9) | - | 55.0 | 45.0 | - |
| | S(-23) | - | 10.0 | 90.0 | - | | S(-30) | - | 80.0 | 20.0 | - | | S(-30) | - | 30.0 | 70.0 | - |
| | S(-14) | - | 10.0 | 85.0 | 5.0 | | S(-19) | - | 95.0 | 5.0 | - | | S(-19) | - | 45.0 | 55.0 | - |
| | S(-4) | - | 5.0 | 95.0 | - | | S(-9) | 5.0 | 95.0 | - | - | | S(-9) | - | 20.0 | 80.0 | - |

注: 試験区のTは窒素追肥, Sは稈基部遮光, カッコ内のマイナスの次の数字は標準型の出穂前日数を示す。

表 2 各試験区における主稈葉数ごとの出穂日

| 品種 | 試験区 | 出穂日 | | | 品種 | 試験区 | 出穂日 | | | 品種 | 試験区 | 出穂日 | | | |
|-----|--------|-------|-------|-------|-------|--------|------|------|-------|------|-----|--------|-------|-------|-------|
| | | 12葉 | 13葉 | 14葉 | | | 11葉 | 12葉 | 13葉 | | | 12葉 | 13葉 | 14葉 | |
| 日本晴 | 無処理 | 8月15日 | 8月15日 | 8月18日 | コシヒカリ | 無処理 | 8月7日 | 8月7日 | - | タカナリ | 無処理 | 8月13日 | 8月16日 | - | |
| | T(-23) | 8月13日 | 8月15日 | - | | T(-28) | - | 8月6日 | 8月7日 | | - | T(-29) | 8月15日 | 8月14日 | 8月15日 |
| | T(-13) | - | 8月15日 | - | | T(-18) | - | 8月6日 | - | | - | T(-18) | 8月12日 | 8月14日 | - |
| | T(-3) | 8月15日 | 8月16日 | 8月16日 | | T(-9) | 8月8日 | 8月7日 | 8月10日 | | - | T(-9) | 8月12日 | 8月15日 | - |
| | S(-23) | 8月16日 | 8月15日 | - | | S(-30) | - | 8月8日 | 8月8日 | | - | S(-30) | 8月14日 | 8月16日 | - |
| | S(-14) | 8月15日 | 8月16日 | 8月16日 | | S(-19) | - | 8月7日 | 8月7日 | | - | S(-19) | 8月13日 | 8月15日 | - |
| | S(-4) | 8月14日 | 8月17日 | - | | S(-9) | 8月8日 | 8月7日 | - | | - | S(-9) | 8月13日 | 8月14日 | - |

注: 試験区のTは窒素追肥, Sは稈基部遮光, カッコ内のマイナスの次の数字は標準型の出穂前日数を示す。

表 3 日本晴の標準型および減葉型における穂 (B0), 葉身 (B1~B5), 葉鞘 (S1~S5) および節間 (N0~N5) の長さ

| 主稈葉数型 | 試験区 | 穂長(mm) | | 葉身長(mm) | | | | | 葉鞘長(mm) | | | | | 節間長(mm) | | | | |
|-------|--------|--------|--------|---------|-----|-------|-------|-------|---------|-----|-----|-----|--------|---------|-------|-------|-------|----|
| | | B0 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | N0 | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 |
| 標準型 | 無処理 | 131 | 209 | 304 | 409 | 423 | 272 | 211 | 167 | 177 | 203 | 189 | 238 | 109 | 71 | 39 | 5 | 3 |
| | T(-23) | 153 ** | 264 ** | 283 | 420 | 438 | 281 | 241 * | 191 | 168 | 217 | 197 | 287 ** | 114 | 68 | 41 | 8 | 3 |
| | T(-13) | 144 ** | 184 * | 270 * | 405 | 443 | 284 | 236 * | 163 | 168 | 208 | 199 | 269 ** | 104 | 82 ** | 50 ** | 11 * | 3 |
| | T(-3) | 126 | 186 * | 276 * | 390 | 419 | 286 | 203 | 162 | 170 | 209 | 193 | 241 | 99 * | 78 * | 44 | 7 | 3 |
| | S(-23) | 123 | 187 | 273 * | 405 | 436 | 282 | 207 | 165 | 171 | 210 | 197 | 235 | 115 | 86 ** | 53 ** | 13 ** | 3 |
| | S(-14) | 127 * | 194 | 285 | 428 | 456 * | 292 * | 213 | 164 | 171 | 216 | 200 | 242 | 109 | 82 ** | 46 * | 9 * | 4 |
| | S(-4) | 128 | 193 | 296 | 382 | 410 | 272 | 210 | 163 | 170 | 204 | 189 | 234 | 107 | 74 | 42 | 6 | 3 |
| 減葉型 | 無処理 | 120 | 212 | 316 | 388 | 318 | 233 | 189 | 156 | 154 | 184 | 146 | 214 | 99 | 56 | 20 | 3 | 2 |
| | T(-21) | 157 | 307 | 406 | 449 | 315 | 261 | 234 | 182 | 212 | 203 | 156 | 301 | 113 | 50 | 16 | 3 | 2 |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | T(-2) | 112 | 162 | 240 | 378 | 345 | 228 | 187 | 139 | 161 | 189 | 153 | 201 | 90 | 63 | 31 | 3 | 2 |
| | S(-24) | 116 | 221 | 270 | 383 | 308 | 224 | 249 | 155 | 180 | 184 | 144 | 217 | 109 | 62 | 28 | 3 | 2 |
| | S(-13) | 110 | 200 | 283 | 373 | 350 | 223 | 182 | 142 | 162 | 178 | 147 | 195 | 103 | 63 | 26 | 3 | 2 |
| | S(-1) | 127 | 269 | 338 | 405 | 301 | 254 | 207 | 176 | 187 | 193 | 153 | 237 | 125 | 59 | 19 | 3 | 2 |

注: 単位はすべてmm. *, **はそれぞれ5%, 1%レベルで無処理区に対して有意差がある. 試験区の記号と数字は表1と同じ。

表 4 コシヒカリの標準型および減葉型における穂 (B0), 葉身 (B1~B5), 葉鞘 (S1~S5) および節間 (N0~N5) の長さ

| 主稈葉数型 | 試験区 | 穂長(mm) | | 葉身長(mm) | | | | | 葉鞘長(mm) | | | | | 節間長(mm) | | | | |
|-------|--------|--------|--------|---------|-----|-----|-----|--------|---------|-----|-----|-----|--------|---------|--------|------|----|-----|
| | | B0 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | N0 | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 |
| 標準型 | 無処理 | 121 | 195 | 341 | 456 | 344 | 279 | 204 | 171 | 204 | 210 | 166 | 246 | 143 | 94 | 73 | 28 | 11 |
| | T(-28) | 142 ** | 256 ** | 458 ** | 458 | 353 | 281 | 231 | 193 | 217 | 207 | 166 | 286 ** | 162 ** | 94 | 65 * | 24 | 12 |
| | T(-18) | 139 ** | 220 ** | 355 | 461 | 349 | 281 | 247 ** | 186 | 204 | 215 | 166 | 301 ** | 155 ** | 103 * | 76 | 24 | 12 |
| | T(-9) | 131 * | 194 | 362 | 471 | 358 | 285 | 216 | 178 | 208 | 214 | 171 | 272 ** | 155 ** | 107 ** | 75 | 28 | 14 |
| | S(-30) | 119 | 192 | 328 | 428 | 353 | 286 | 200 | 170 | 199 | 211 | 168 | 234 | 146 | 103 * | 74 | 26 | 13 |
| | S(-19) | 120 | 183 | 359 | 469 | 359 | 270 | 200 | 175 | 201 | 211 | 164 | 241 | 151 ** | 106 * | 77 | 28 | 10 |
| | S(-9) | 127 | 191 | 357 | 481 | 367 | 298 | 217 | 175 | 212 | 221 | 175 | 272 ** | 157 ** | 108 ** | 78 | 31 | 7 * |
| 減葉型 | 無処理 | 116 | 206 | 353 | 440 | 366 | 256 | 196 | 166 | 195 | 188 | 147 | 244 | 136 | 83 | 62 | 22 | 11 |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | T(-10) | 124 | 195 | 393 | 466 | 263 | 238 | 206 | 164 | 198 | 188 | 141 | 257 | 146 | 89 | 56 | 20 | 3 |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | S(-10) | 113 | 205 | 375 | 431 | 253 | 235 | 181 | 151 | 196 | 182 | 149 | 235 | 141 | 81 | 53 | 27 | 2 |

注: 単位はすべてmm. *, **はそれぞれ5%, 1%レベルで無処理区に対して有意差がある. 試験区の記号と数字は表1と同じ。

る葉身は日本晴とは異なり、全区においてB3であった。追肥に関しては、T(-28)区やT(-18)区ではB1やB2が顕著に長くなったが、その他は無処理区との間には有意な差は認められなかった。葉鞘については標準型、減葉型ともに有意な試験区間差がみられなかった。また、稈基部遮光によって穂、葉身および葉鞘の長さに影響が出なかったことは日本晴と同じであった。節間長に関してはN3~N5の有意な試験区間差はなかったが、追肥によってN0~N2の上位節間が伸長する傾向にあり、稈基部遮光によってN1やN2が伸長しやすいことが示された。減葉型については追肥区、遮光区ともに1区ずつしか結果が得られなかった。

タカナリの器官長については標準型(主稈葉数13)と減葉型(主稈葉数12)を合わせて表5に示した。最長葉身は標準型ではB4であったが、減葉型ではB3であった。標準型においてはT(-29)区におけるB1~B3が有意に無処理区のそれらを上回り、減葉型においてもT(-30)区のB1が有意に長くなった。稈基部遮光による葉身長への影響は日本晴やコシヒカリと同様、タカナリにおいても見られなかった。一方、節間長は追肥や遮光によってN0~N2の上位節間だけでなく、N3などの下位節間も伸長する傾向にあった。

標準型と減葉型における器官長を比較するため、3品種の結果を表6に示した。追肥日および遮光処理期間が品種

によって異なるので、ここでは3品種を通じて栽培条件が同じである無処理区について示している。品種を通じて穂長および葉鞘長には両型間で有意な差はみられなかったが、上位葉身については減葉型の方が標準型よりも長くなる傾向にあり、とくにタカナリでは顕著であった。一方、節間については標準型に比べて減葉型ではN2以下の節間が短くなる傾向にあった。このように上位葉身長や下位節間長に関しては標準型と減葉型の間に比較的大きな差異がみられた。

4. 考 察

近年、イネの主稈総葉数の変異に関する報告が比較的多くなされている。その背景には同一品種内に生育型の異なる個体が混在するにもかかわらず、それらを区別して取り扱うことはほとんどなく、品種内の変異は環境変異としてとらえられてきたことがあげられる。同一条件で栽培した場合にも、主稈葉数に1枚の変異が生じることを松葉(1987)¹¹⁾は日本型水稻において示し、2タイプをN型とN-1型として異なる生育型であるとした。一方、山口ら(1988)¹³⁾はこのように異なる主稈葉数のタイプの出現要因、すなわち減葉型が発現する原因として、環境による変異、播種深度、止葉抽出時の高温や密度低下、密植、栄養生長期から生殖生長期に転換する時期の窒素濃度の低下などをあげて

表5 タカナリの標準型および減葉型における穂(B0)、葉身(B1~B5)、葉鞘(S1~S5)および節間(N0~N5)の長さ

| 主稈 葉数型 | 試験区 | 穂長(mm) | | 葉身長(mm) | | | | | 葉鞘長(mm) | | | | | 節間長(mm) | | | | |
|-----------|--------|--------|--------|---------|-------|-----|-------|--------|---------|-----|-----|-----|--------|---------|-------|------|------|----|
| | | B0 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | N0 | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 |
| 標準型 | 無処理 | 168 | 150 | 263 | 382 | 420 | 271 | 225 | 157 | 154 | 166 | 155 | 206 | 101 | 60 | 37 | 6 | 3 |
| | T(-29) | 200 ** | 237 ** | 358 ** | 426 * | 445 | 277 | 264 ** | 185 ** | 160 | 173 | 158 | 249 ** | 128 ** | 62 | 34 | 8 | 3 |
| | T(-18) | 194 ** | 175 ** | 246 | 409 | 458 | 272 | 265 ** | 172 | 149 | 178 | 164 | 254 ** | 116 * | 78 * | 41 | 11 | 3 |
| | T(-9) | 170 | 144 | 234 | 384 | 439 | 268 | 233 | 154 | 152 | 174 | 160 | 214 | 100 | 78 * | 41 | 14 * | 3 |
| | S(-30) | 166 | 152 | 262 | 397 | 438 | 274 | 228 | 159 | 152 | 175 | 160 | 215 | 109 | 72 * | 41 | 8 | 3 |
| | S(-19) | 172 | 161 | 279 | 411 * | 424 | 278 | 230 | 163 | 156 | 178 | 155 | 222 | 116 * | 79 ** | 41 | 6 | 3 |
| | S(-9) | 170 | 169 * | 286 | 409 | 426 | 267 | 234 | 166 | 158 | 173 | 157 | 218 | 116 * | 71 * | 38 | 9 | 3 |
| 減葉型 | 無処理 | 171 | 215 | 366 | 422 | 301 | 224 | 231 | 156 | 167 | 166 | 129 | 211 | 119 | 45 | 17 | 3 | 2 |
| | T(-30) | 187 ** | 310 ** | 395 | 430 | 307 | 218 | 248 | 180 * | 167 | 164 | 122 | 238 * | 119 | 37 * | 19 | 2 | 2 |
| | T(-16) | 194 ** | 205 | 356 | 464 | 309 | 215 | 263 * | 164 | 169 | 170 | 128 | 261 ** | 133 | 42 | 21 | 3 | 2 |
| | T(-6) | 179 | 218 | 374 | 417 | 326 | 210 | 220 | 155 | 164 | 173 | 132 | 221 | 108 | 47 | 18 | 3 | 2 |
| | S(-28) | 161 | 206 | 365 | 434 | 325 | 225 | 213 | 158 | 174 | 167 | 128 | 239 * | 113 | 49 | 21 | 3 | 2 |
| | S(-17) | 172 | 212 | 358 | 430 | 320 | 239 * | 230 | 162 | 165 | 167 | 133 | 227 | 126 | 52 * | 24 * | 4 | 2 |
| | S(-8) | 179 | 218 | 374 | 417 | 326 | 210 | 218 | 150 | 162 | 160 | 123 | 221 | 108 | 47 | 18 | 3 | 2 |

注: 単位はすべてmm. *, **はそれぞれ5%, 1%レベルで無処理区に対して有意差がある。試験区の記号と数字は表1と同じ。

表6 無処理区の標準型および減葉型における器官長の比較

| 品種 | 主稈 葉数型 | 穂長 | | 葉身長 | | | | | 葉鞘長 | | | | | 節間長 | | | | |
|-------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| | | B0 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | N0 | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 |
| 日本晴 | 標準型 | 131 | 209 | 304 | 409 | 423 | 272 | 211 | 167 | 177 | 203 | 189 | 238 | 109 | 71 | 39 | 5 | 3 |
| | 減葉型 有意差 | 120 | 212 | 316 | 388 | 318 | 233 | 189 | 156 | 154 | 184 | 146 | 214 | 99 | 56 | 20 | 3 | 2 |
| コシヒカリ | 標準型 | 121 | 195 | 341 | 456 | 344 | 279 | 204 | 171 | 204 | 210 | 166 | 246 | 143 | 94 | 73 | 28 | 11 |
| | 減葉型 有意差 | 116 | 206 | 353 | 440 | 366 | 256 | 196 | 166 | 195 | 188 | 147 | 244 | 136 | 83 | 62 | 22 | 11 |
| タカナリ | 標準型 | 168 | 150 | 263 | 382 | 420 | 271 | 225 | 157 | 154 | 166 | 155 | 206 | 101 | 60 | 37 | 6 | 3 |
| | 減葉型 有意差 | 171 | 215 | 366 | 422 | 301 | 224 | 231 | 156 | 167 | 166 | 129 | 211 | 119 | 51 | 17 | 3 | 2 |

注: 単位はすべてmm. *, **はそれぞれ5%, 1%レベルで標準型と減葉型の間有意差がある。

いる。また、坂田ら (2003)²²⁾ は播種から止葉展開までの積算気温が低いほど主稈葉数が少なくなることを示している。本研究で行った円形密植栽培法¹⁴⁻¹⁶⁾ は主稈を効率的に得るための実験に用いられるもので²³⁻²⁷⁾、生育の揃った主稈を得られることが知られている。本研究においても生育の揃った個体を得られたが、同一条件で栽培した場合、すなわち、葉齢の揃った苗を移植し、気象条件が同じであったにもかかわらず、最終主稈葉数には標準型以外に減葉型、増葉型ともにみられた。このように主稈葉数に1枚の差がみられたのは、栄養生長期に個体間で生じたわずかな生長差が幼穂発育期に入るときまで引き継がれ、幼穂分化までに葉が1枚多く形成される個体とその1枚が形成される前に幼穂分化に移行する個体に分かれたと考えるのが妥当である。さらに、圃場レベルでは微気象や土壌環境などの違いが明確に表れるので、複数の主稈葉数個体がさらに多く出現すると考えられる。一方で、今回のように均一な条件で栽培した主稈のみを対象にした場合においても主稈葉数に差が表れたこと、タカナリのように標準型と減葉型に二分された品種もあることから、環境変異だけでは説明できないことも想定できるので、主稈葉数の異なる生育型の存在についてはQTL解析が進められている²⁸⁾。

ここで、穂長、葉身長、葉鞘長および節間長の標準型と減葉型のそれぞれの値について表6を用いて比較検討する

と、穂長には大きな差はなかったが、葉身に関しては3品種を通じて減葉型の上位葉身が標準型のそれよりも長くなる傾向にあり、とくにタカナリでは顕著であった。また、葉鞘長には標準型と減葉型の間には大きな差はみられなかった。一方、上位節間長については3品種ともに標準型と減葉型の間には大きな差が認められなかったが、N2以下の節間に関しては標準型に比べて減葉型で短くなる傾向にあった。このような節間長についての標準型と減葉型の比較的大きな差異については、松葉 (1987)¹¹⁾ が常にN型(標準型)の下位節間がN-1型(減葉型)のそれよりも長いという形態的な違いがあることを報告しており、本研究の結果と概ね一致している。生育型によって上位葉身長や下位節間長が異なれば、複数生育型の混在は群落構造の制御や倒伏性診断の精度に影響し、生育型によって生じる出穂期の変異は収量や玄米品質の低下につながりかねないという指摘¹²⁾もある。

次に、窒素追肥および稈基部遮光処理が上位葉身、上位節間および下位節間に及ぼす影響を把握するため、無処理区に対する処理区の上位葉身 (B1+B2+B3)、上位節間 (N0+N1+N2) および下位節間 (N3+N4+N5) の長さの比率を算出して図2および図3に示した。3品種を通じた全体的な傾向として幼穂発育期前半の窒素追肥や幼穂発育期を通じた稈基部遮光処理は上位葉身や上位節間の伸長度を

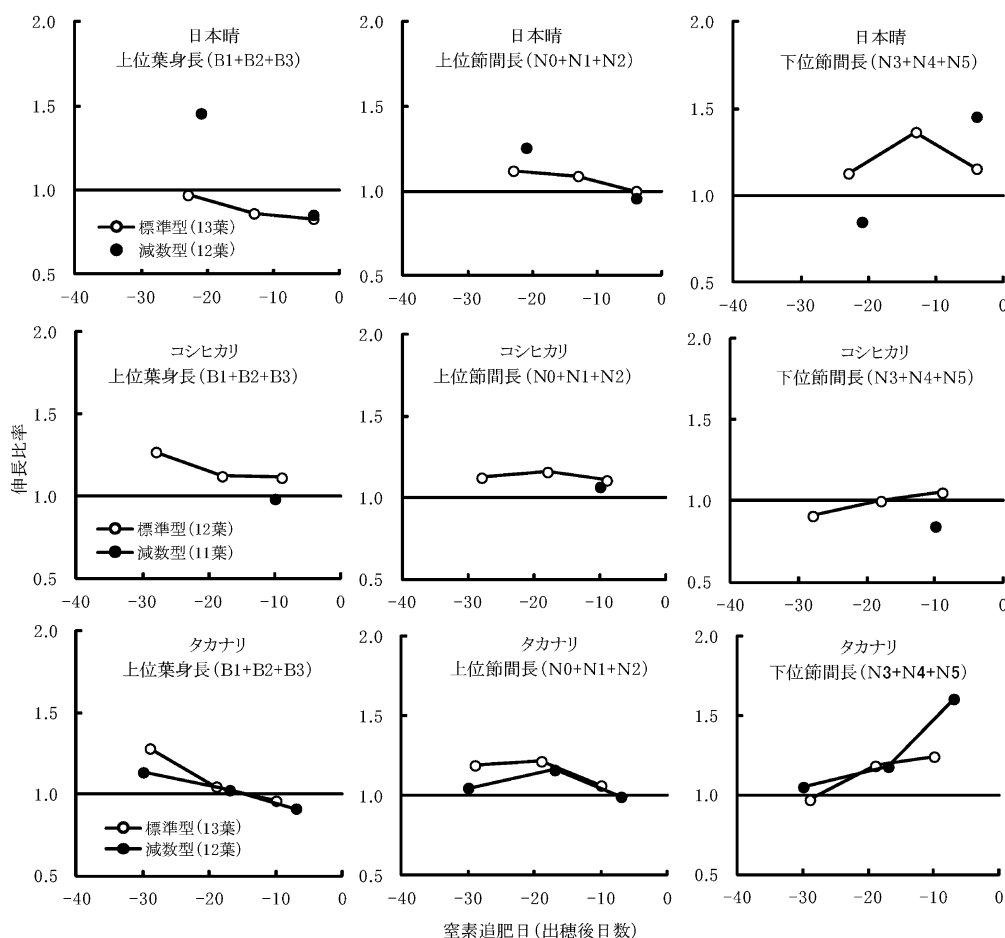


図2 上位葉身長、上位節間長および下位節間長の伸長度に及ぼす窒素追肥の影響

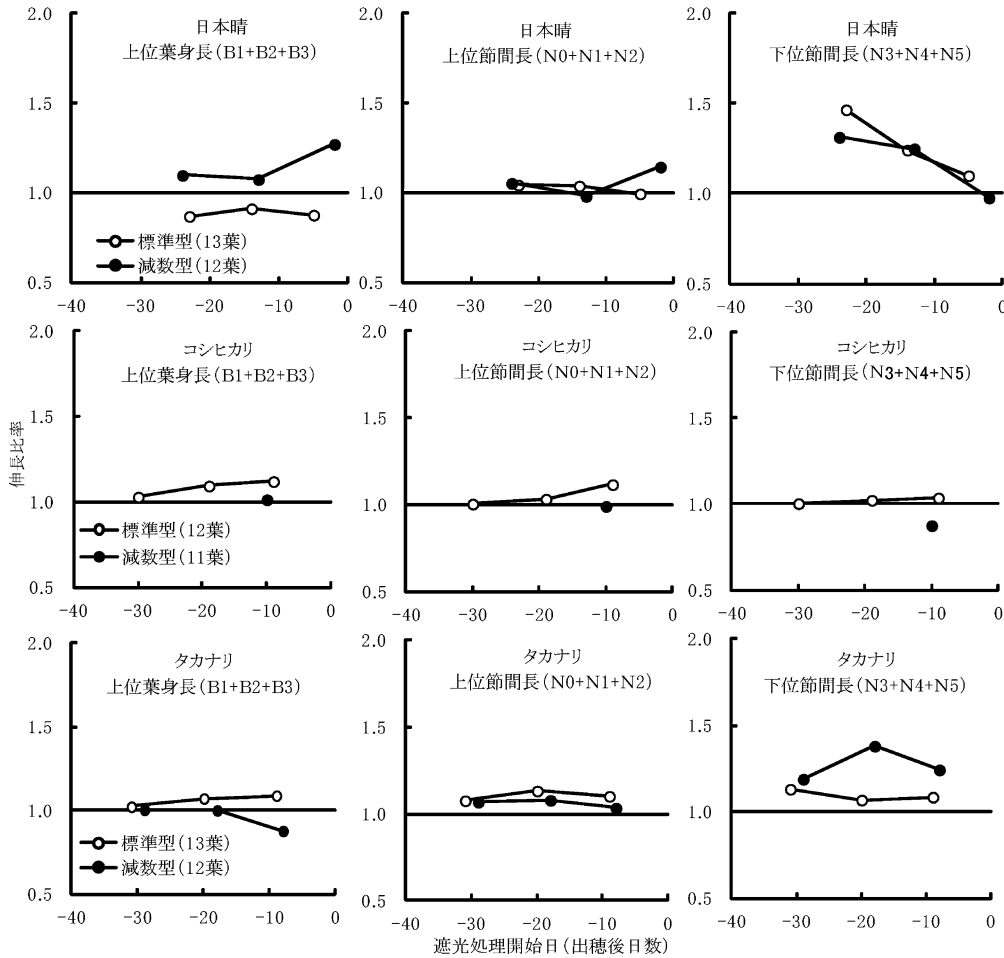


図3 上位葉身長、上位節間長および下位節間長の伸長度に及ぼす稈基部遮光の影響

高める傾向にあった。また、日本晴やタカナリでは幼穂発育期間を通じた窒素追肥や稈基部遮光処理によって下位節間が伸長した。これらは標準型および減葉型の両者について概ね同じ結果が得られた。なお、コシヒカリについてはN2節間が伸長しやすいので、N3以下の長さには反映されなかったと考えられる。いずれにしても、窒素追肥や稈基部遮光処理が器官長に及ぼす影響は標準型と減葉型の間には大きな違いはみられなかった。

以上のように、1/5000aワグネルポットにおける円形密植栽培という栽培条件が極めて均一条件下において品種ごとに最終主稈葉数に違いが表れた。すなわち、標準型と減葉型が認められ、これは、特にタカナリで顕著であった。両者の違いは上位葉身長が標準型<減葉型、下位節間長が標準型>減葉型であったが、幼穂発育期における窒素追肥や稈基部遮光処理がこれらに及ぼす影響については、標準型と減葉型の間には大きな差異はなかった。また、これらの異なる生育型の発現比率が出穂日、稈長や下位節間長に変動を与えるという報告²¹⁾がみられる一方で、本実験における出穂日の生育型による差はほとんどなかった。実際の圃場においては、慣行的に窒素施用を行う場合がほとんどであり、同一圃場においても微妙に土壌および気象条件が異なるのが現状である。したがって、これらの環境条件の違いによって主稈葉数もまちまちとなるが、本実験におい

て窒素追肥や稈基部遮光処理が節間長に及ぼす影響については、生育型にかかわらず同じような傾向が得られたので、下位節間伸長に着目した生育制御を行う場合には、生育型を厳密に区別する必要がないことが示唆された。今後は、土壌の窒素条件や群落内光環境が節間伸長に影響について分けつ稈も含めて解析を進める必要があると考えられるので、多品種を用いた作期移動試験を行うことでより詳細に検討をすすめていく予定である。

引用文献

- 1) 松島省三 (1973) 稲作の改善と技術. 養賢堂, 東京.
- 2) 瀬古秀生 (1962) 水稻の倒伏に関する研究. 九州農試彙報 7 : 419-499.
- 3) 橋川 潮 (1986a) 稲作技術を再検討する. (1) 生育調節技術の問題点. 農業技術 41 : 145-148.
- 4) 橋川 潮 (1986b) 稲作技術を再検討する. (2) 生育相のまったく異なる水稻にみられる多収性. 農業技術 41 : 201-205.
- 5) 森脇 勉 (1999) 稲の稈伸長に関する一試論 (1). 農業技術 54 : 36-42.
- 6) 佐々木良治, 堀江 武, 鳥山和伸, 柴田幸一 (2001) 水稻稈長の年次変動とそれに関与する要因. 日作紀. 70 : 489-498.
- 7) 松葉捷也 (2000) 新しい稲作理論に向けた草葉制御の莖葉単位とその最適時期. 日作紀. 69 : 293-305.
- 8) WATANABE T, HANAN JS, ROOM, PM (1999) Virtual rice : I.

- Measurement and specification of three-dimensional structure. *Jpn. J. Crop Sci.* **68** (extra2): 68-69.
- 9) 長谷川利拡, 渡邊朋也, 中川博視, 高橋 渉 (2001) 水稲の3次元シミュレータの開発. 第1報 モデルの基本概念と葉位別葉身長の定量化. 日作紀. **70** (別2): 123-124.
 - 10) 松村 修, 山口弘道, 松葉捷也 (2002) 生育時期別窒素施用が水稲主稈の葉身及び節間の伸長に及ぼす影響. 北陸作物学会報 **37**: 45-47.
 - 11) 松葉捷也 (1987) イネの茎葉生育の規則性に関する発育形態学的研究. 第1報 同一栽培条件で総葉数を異にした主稈の生育型について. 日作紀. **56**: 313-321.
 - 12) 松葉捷也 (1996) イネの茎葉生育の規則性に関する発育形態学的研究. 第5報 同葉数主稈における葉身長・節間長の葉位別変化の規則的変異. 日作紀. **65**: 479-486.
 - 13) 山口正篤, 青木岳央, 前波健二郎, 福田正治 (1988) 水稲の主稈総葉数の違いによる形態的, 生態的な差異及び出現要因. 栃木農試報. **35**: 1-8.
 - 14) SATAKE T, NISHIYAMA I, ITO N, HAYASHI H (1969) Male sterility caused by cooling treatment at the meiotic stage in rice plant. I. Methods of growing rice plants and including sterility in the phytotron. *Jpn. J. Crop Sci.* **38**: 603-609.
 - 15) 佐竹徹夫 (1982) イネポット栽培の改良法. 一生育時期の揃った穂を得るために. 日作紀. **51**: 361-362.
 - 16) 佐竹徹夫, 小池説夫 (1983) イネの円形密植水耕栽培法. 一生育の揃った主稈穂を効率的に得るために. 日作紀. **52**: 598-600.
 - 17) 上地由朗, 林 茂一, 堀江 武 (1993) 水稲の下位節間長に及ぼす窒素と稈基部光環境の影響. 日作紀. **62**: 164-171.
 - 18) 上地由朗 (2007) 窒素施肥管理の違いが水稲の節間伸長に及ぼす影響. 日農教誌. **38**: 1-9.
 - 19) 松村 修, 山口弘道, 松葉捷也 (2002) 生育時期別窒素施用が水稲主稈の葉身及び節間の伸長に及ぼす影響. 北陸作物学会報 **37**: 45-47.
 - 20) 福嘉 陽 (2007) 生育時期別窒素追肥が水稲の形態的形質に及ぼす影響およびその品種間差異. 日作紀. **76**: 18-27.
 - 21) 上田卓司, 加藤盛夫, 丸山幸夫, 横尾政雄 (2009) イネ純系品種における複数生育型の出現頻度の品種間差異. 日作紀. **78**: 209-218.
 - 22) 坂田雅正, 平川真由美, 山本由徳, 宮崎 彰 (2003) 西南暖地における早期栽培用・極早生水稲品種とさびかの出穂特性. 一温度に対する出穂反応一. 日作紀. **72**: 163-170.
 - 23) 大塚 隆, 勝田真澄, 大田保夫, 坂 齊 (1989) 植物におけるイソプロチオランの生育調節作用. 第3報 低温条件下でのイネの粒重増加効果. 日作紀. **58**: 198-203.
 - 24) 高橋 清, 大竹博行, 星川清親 (1992) イネ主茎の重力屈性の生育時期による変化. 日作紀. **61**: 623-628.
 - 25) 新田洋司, 姚 友礼, 山本由徳, 吉田徹志, 松田智明, 宮崎 彰 (2000) 水稲の穂首節間を走向する大維管束の種類と数および横断面積の品種間比較. 日作紀. **69**: 61-68.
 - 26) 長田健二, 滝田 正, 吉永悟志, 寺島一男, 福田あかね (2004) 登熟初期の気温が米粒の胴割れ発生におよぼす影響. 日作紀. **73**: 336-342.
 - 27) 後藤明俊, 笹原英樹, 重宗明子, 三浦清之 (2008) インド型イネにおける穂ばらみ期および開花期耐冷性の評価. 日作紀. **77**: 167-173.
 - 28) DONG Y, KAMIUNTEN H, OGAWA T, TSUZUKI E, TERAO H (2004) Mapping of QTLs for leaf developmental behavior in rice (*Oryza sativa* L.). *Euphytica* **138**: 169-175.

Morphological Traits on the Standard Type and Less-leaf Type of Rice

By

Yoshiaki KAMIJI*, Yuta SUZUKI* and Tetsuo SAKURATANI*

(Received February 24, 2011/Accepted December 2, 2011)

Summary : We conducted pot experiments using three rice cultivars, Nipponbare, Koshihikari and Takanari in the net house at Setagaya Campus of Tokyo University of Agriculture in 2009. Twenty plants per pot were circular-dense-transplanted, and harvested at maturity to investigate the total leaf number on the main culms, and the lengths of panicle, leaf blades, leaf sheaths and internodes. We also researched the heading time, and the effects of nitrogen top-dressing and shading in the base of culms during the panicle development stage on the lengths of organs. Two types of the total leaf number on the main culms were confirmed. One was the standard type, and the other was the less-leaf type. Most of the culms were standard type in Nipponbare, and Koshihikari, but the culms of Takanari was divided into two types. There were clear differences in characteristics between the standard type and the less-leaf type, especially in Takanari. Less-leaf type culms tended to be longer in upper leaves and shorter in lower internodes than standard type culms. However, the effects of nitrogen top-dressing and shading on lengths of organs were likely to be roughly constant through cultivars or leaf number types. These results suggest that we need not control internode elongation with the consideration of leaf number types.

Key words : Rice, Leaf number type, Nitrogen top-dressing, Shading at the base of culms, Elongation of organs

* Department of Bioproduction, Junior College of Tokyo University of Agriculture