

チェーン法による二条大麦の耐倒伏性評価

内村要介・佐藤大和・松江勇次
(農産研究所)

西南暖地における耐倒伏性に優れた二条大麦品種の選定と良質安定栽培法を確立するために、チェーン法を用いて、倒伏が発生しない年においても効率的かつ客観的に耐倒伏性が評価できる方法を検討した。二条大麦の品種間において、cLr値が大きいほど成熟期の倒伏程度は小さかった。一方、チェーン重は試験年の違いによって、成熟期の倒伏程度との間に相関関係が認められなかった。播種量、播種深度および追肥量など栽培法が異なる場合においては、チェーン重およびcLr値が大きいほど成熟期の倒伏程度は小さかった。これらの結果からチェーン法は二条大麦の耐倒伏性の評価方法として有効であり、耐倒伏性の指標としては、異なる品種間ではcLr値、同一品種で異なる栽培間ではチェーン重、次いでcLr値が適し、客観的な耐倒伏性の指標となりうるということが明らかとなった。

[キーワード：チェーン法、チェーン重、cLr値、評価方法、耐倒伏性、二条大麦]

Evaluation of the Lodging Tolerance of Barley by the Chain Method. UCHIMURA Yosuke, Hirokazu SATO, Yuji MATSUE (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818 - 8549 Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 20 : 1 - 4 (2001)

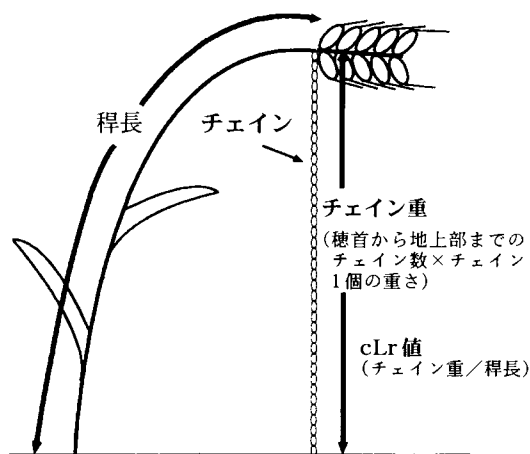
This paper gave a simple and objective evaluation using the chain method for choosing barley cultivars and cultivation with high lodging tolerance. Even when lodging didn't occur, the cLr value and the chain weight measured by the chain method from 16 to 18 days after heading made selections of barley cultivars and cultivation with high lodging tolerance possible. In choosing barley cultivars with high lodging tolerance, the cLr value was negatively correlated with the lodging at maturity. But the chain weights didn't correlate significantly with the lodging at maturity both years. In selecting a optimum barley cultivation with high lodging tolerance, for example, varying sowing densities, sowing depths and amounts of topdressing, not only was the cLr value negatively correlated with the lodging at maturity but was the chain weight. These results indicated that the cLr value measured by the chain method was available as indicator to select barley cultivars and cultivation with high lodging tolerance. On the other hand, the chain weight measured by the chain method was available as indicator to select barley cultivation with high lodging tolerance and more efficient judging from the easier measurement and plain evaluation.

[Key words : Barley, Chain method, Lodging tolerance, The chain weight, The cLr value]

緒 言

麦類の倒伏は、収量⁹⁾の低下や品質^{9) 11)}の劣化を引き起こすため、倒伏程度の評価は良質多収栽培の確立のための重要な課題である。従来、麦の耐倒伏性の評価は、主に成熟期の達観による立毛観察で行っているが、年によっては倒伏の発生しない場合がある。そのため、立毛観察による耐倒伏性の評価は、客観的な評価方法として不十分である。麦の倒伏に関与する形質として、小田ら⁹⁾は、稈長、1茎当たり地上部生体重、最大曲げ応力、断面係数、挫折時曲げモーメントを挙げている。倒伏はこれらの形質が複雑に関連して発生するため、これらの中から一つの形質を調査して耐倒伏性を判断することは難しい。耐倒伏性に優れた麦類の品種選定や良質安定栽培法の確立のためには、簡易で効率的、かつ信頼性の高い耐倒伏性の評価方法を明らかにする必要がある。こうしたなかで、尾形ら⁹⁾は Grafius²⁾が燕麦の耐倒伏性の評価方法として開発したチェーン法を小麦に適用して、西南暖地の小麦においても測定が簡易で耐倒伏性の評価に有効であることを示した。しかし、暖地の土地利用型作物として重要な二条大麦についての検討はなされていない。二条大麦は稈質が小麦と異なり、耐倒伏性に

関与する稈の曲げ剛性が小麦と同程度であっても、その要因となる稈の断面2次モーメントは小麦に比べて大きく、稈の節間の屈曲抵抗を表すヤング率が小さい⁹⁾。そのため、稈質は小麦に比べて弾性が劣り挫折しやすいと考えられる。また、地上部を支える根は、土壤中での分布が大麦は一般に小麦と比べて浅く⁹⁾、風により地上部がなびくと引き伸ばされ切断されることがある⁹⁾。このように、大麦は小麦と比べて耐倒伏性に関連する形質、圃場での倒伏、挫折の経過が異なる⁹⁾。そこで、耐倒伏性の優れた二条大麦品種の選定のために、耐倒伏性の評価方法として、チェーン法の有効性について検討した。一方、栽培法の違いによる麦の倒伏は、播種量^{9) 11)}、窒素^{7) 9) 10) 11)}や加里^{9) 11)}の施用法、土入れ^{4) 9) 11)}、生育調節剤¹¹⁾によって程度が異なると報告されている。これらのことから麦の倒伏は、栽培技術によって改善されることは明らかである。そのため、新たに開発される栽培技術が耐倒伏性に及ぼす効果を、倒伏が発生しない年においても簡易かつ客観的に評価する方法の確立が、耐倒伏性が優れた高品質安定栽培法を開発する上で必要不可欠である。そこで、チェーン法は異なる栽培方法を行った二条大麦の耐倒伏性評価方法として有効であるかについても検討した。



第1図 チェイン重およびcLr値の測定方法

材料および方法

チェーン法による耐倒伏性の評価は、1997～1998年(播種年、以下同じ)の2年間、福岡県農業総合試験場の砂壤土水田で実施した。品種間の倒伏程度および倒伏関連形質の調査は、福岡県のビール醸造用と食糧用の二条大麦品種および育成系統を1997年は4品種と17系統、1998年は6品種と19系統供試した。播種は、1997年は11月16日に1粒点播で行い、1998年は11月10日にドリル播きで行った。施肥は10a当たり窒素成分で、いずれの年もビール醸造用で6+3kg(基肥+第1回追肥)、食糧用で5+3+2kg(基肥+第1回追肥+第2回追肥)とした。一方、栽培方法の違いによる倒伏程度および倒伏関連形質の調査は、1998年に播種深度、 m^2 当たり苗立ち本数および追肥量の3つの要因を設定し、耐倒伏性がやや強の‘アサカゴールド’を供試して行った。播種は、12月1日にドリル播きで行い、播種深度は実測で1.7(浅播き)、3.2(標準)および5.3cm(深播き)の3水準、 m^2 当たり苗立ち本数は100、150および200本の3水準、追肥量は10a当たり窒素成分で1、3、5kg(基肥6kg+第1回追肥)の3水準を設けた。試験区は、 m^2 当たり目標苗立ち本数を200本と播種深度1.7cm(浅播き)の組み合わせを除いた全ての組み合わせで24区とした。倒伏程度は0(無)～5(甚)の6段階として成熟期に達観調査した。倒伏程度の評価基準は、稈と地面の角度を $90\sim 0^\circ$ として6段階に分けた稈の倒伏角度とした。倒伏程度が3未満は稈と地面との角度が 54° 以上でなびく程度であり、3は稈と地面との角度が 36° の中程度の倒伏、4以上は稈と地面と

の角度が 18° 以下の著しい倒伏を示す。チェーン法の測定方法については第1図に示した。チェーン法の測定は、二条大麦の出穂後16～18日後に行った。測定に供試した稈は、試験区の群落内において同じ長さが最も多く、太さと穂の大きさが中庸なものを観察により選んだ。風雨などの外力に対する稈の抵抗力を示すチェーン重は、アルミ製で1つの輪が0.043gの鎖を穂首から垂らし、稈がたわんで静止したときの穂首から地上までのチェーンの総重量で表した。cLr値は、チェーン重を稈長で除して算出した²⁾。倒伏関連形質として、稈の長さ、生体重、太さ、挫折重および曲げモーメント(稈生体重 \times 稈長)、1株分けつ数、穂の長さとしをチェーン重を測定した時期に調査した。チェーン法によるチェーン重とcLr値および各形質の調査は、各10点行った。

結果および考察

1. 品種が異なる場合の耐倒伏性の評価

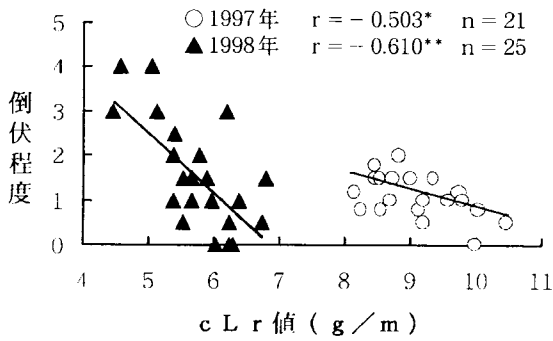
二条大麦の品種間における倒伏程度と出穂後16～18日のチェーン重、cLr値および倒伏関連形質との単相関係数を第1表に示した。cLr値は、2ヶ年とも成熟期の倒伏程度との相関係数が $r = -0.503^*$ 、 $r = -0.610^{**}$ と有意な相関関係を示した。cLr値が大きいほど成熟期の倒伏程度は小さく(第2図)、cLr値は二条大麦の耐倒伏性の指標になる。一方、小麦の品種間で耐倒伏性の指標として有効であったチェーン重は、成熟期の倒伏程度との相関係数は、1997年は $r = -0.186$ 、1998年は $r = -0.402^*$ であり、試験年の違いによって相関関係が認められなかった(第1表)。そのため、チェーン重は二条大麦の品種間においては有効な指標にはならなかった。チェーン重と倒伏程度との間に相関関係がなかった1997年は、出穂後は記録的な高温であった⁴⁾。そのため、出穂後18日頃の稈は、水分が急激に減少して柔軟性を失い、倒伏程度と関連するたわみ¹⁰⁾がほとんど観察されなかった。チェーン重は、稈のたわみや強度、根が株を支える力など、倒伏を引き起こす外力に対する抵抗力を総合的に評価して耐倒伏性を表している。1997年は稈のたわみがほとんどなかったため、耐倒伏性を十分に評価することができなかったと考えられる。チェーン重の品種間の変異の幅は、供試した品種と系統が異なるため直接比較することはできないが、1997年は6.6～8.1gで、1998年の3.8～5.7gより小さかった。一方、cLr値は、倒伏が発生しないときでも二条大麦品種の耐倒伏性の指標として有効であることを明らかにした。倒伏が1997年と1998年の両年ともcLr値を調査した出穂後16～18日において全く発生していなかったにもかかわらず、cLr値は1997年では8.1～10.5g/m、

第1表 品種が異なる場合の倒伏程度と倒伏関連形質との単相関係数

播種年	チェーン重	cLr 値	稈				穂		曲げ モーメント	1株分 けつ数
			長さ	生体重	太さ	挫折重	長さ	重さ		
1997年	-0.186	-0.503*	0.341	-0.255	-0.514*	-0.248	0.251	-	-0.148	-
1998年	-0.402*	-0.610**	0.544**	0.000	-0.248	-0.068	0.282	-0.081	0.226	0.417*

1) **, *は各々1.5%水準で有意。

2) 1997年はn=21,1998年はn=25。



第2図 品種が異なる場合の倒伏程度とcLr値との関係
**は1%水準で有意,*は5%水準で有意。

1998年は4.4~6.8g/mと幅広い変異を示した。cLr値の調査後約10日から成熟期にかけて、両年とも風雨による倒伏が発生し、成熟期の倒伏程度はcLr値と有意な相関関係が認められた。これは、成熟期に倒伏が発生しなくてもcLr値により耐倒伏性の品種間差の評価が可能であることを示している。なお、第2図が示すように1997年における品種の集団のcLr値が1998年の品種の集団に比べて全体的に高いのは、cLr値を測定した出穂後16~18日の稈が、水分の急激な減少により柔軟性が失った結果、たわみが小さくなり、チェーン重が大きくなったためと考えられる。

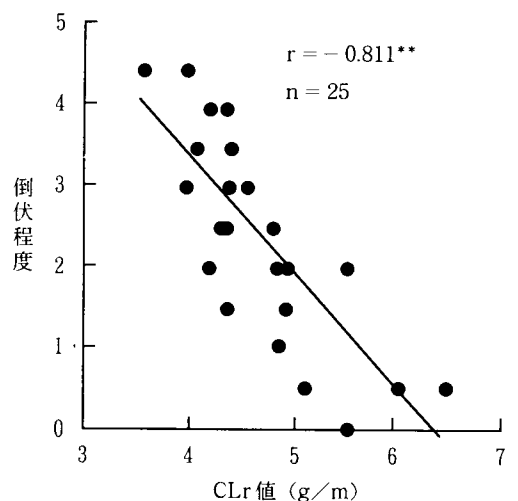
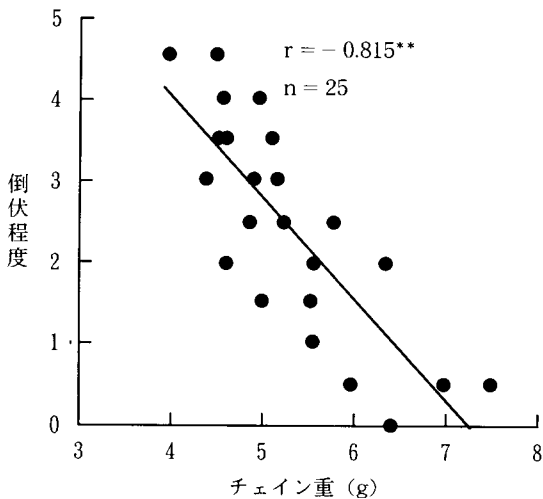
2. 栽培方法が異なる場合の耐倒伏性評価

栽培方法が異なる場合の成熟期の倒伏程度と出穂後16~18日のチェーン重、cLr値および倒伏関連形質との単相関係数を第2表に示した。成熟期の倒伏程度が小さい区は、チェーン重、cLr値および稈の曲げモーメントが大きく、稈と穂の長さが短く、稈の生体重と挫折重が重く、稈が太いことが認められた。チェーン法によるチェーン重およびcLr値は、成熟期の倒伏程度との間に、相関係数がそれぞれ $r = -0.815^{**}$ 、 $r = -0.811^{**}$ と強い相関関係を示し(第2表, 第3図)、二条大麦の栽培法試験の耐倒伏性の指標となることが認められた。なお、倒伏は出穂後16~18日ではすべての試験区で発生していなかったが、チェーン重は3.6~6.5g、cLr値は4.0~7.5g/mと幅広い変異を示した。cLr値の調査後10日から成熟期にかけて倒伏が4.5~0発生したが、チェーン重とcLr値が大きい区ほど倒伏程度は小さかった(第3図)。このことから、成熟期に倒伏が発生しない年においても、チェーン法によるチェーン重とcLr値は二条大麦の栽培法試験の耐倒伏性評価に有効であることが認められた。なお、二条大麦の栽培法試験においてさらに効率的に耐倒伏性の評価を行うためには、チェーン重のみを用いれば十分である。その理由として、本実験からみて、稈長の変異の幅が、同一品種の栽培法試験では9cm(83~92cm)で、品種比較試験の18cm(1997年は71~89cm, 1998年は76~94cm)に比べて小さく、チェーン重を稈長で除して算出したcLr値とチェーン重との間に $r = 0.992^{**}$ の強い相関関係が認められたため、どちらの測定値を用いても耐倒伏性の評価がほとんど

第2表 栽培法が異なる場合の倒伏程度と倒伏関連形質との単相関係数

チェーン重	cLr値	稈				穂		曲げモーメント	1株分けつ数
		長さ	生体重	太さ	挫折重	長さ	重さ		
-0.815**	-0.811**	0.358	-0.786**	-0.738**	-0.835**	-0.516**	-0.300	-0.699**	0.37

1) **, *は各々1, 5%水準で有意。
2) 品種は'アサカゴールド'。



第3図 栽培法が異なる場合の倒伏程度とcLr値との関係

**は1%水準で有意。

第3表 チェイン重とcLr値による栽培法試験の耐倒伏性評価

要因	水準	倒伏程度	チェイン重	cLr値
播種深度	浅播	3.6b	4.3b	4.9b
	標準播	2.9b	4.5ab	5.1ab
	深播	1.1a	5.1a	5.8a
m ² 当たり 苗立ち本数	100本	1.8a	5.3a	6.0a
	150本	1.9a	4.8ab	5.5a
	200本	2.3a	4.4b	5.0a
10a当たり 窒素追肥量	1kg	1.6a	5.1a	6.0b
	3kg	2.3ab	4.8a	5.3ab
	5kg	3.3b	4.2b	4.7a

- 1) 異英小文字間は5%水準で有意差あり (Fisher'sPLSD).
2) 要因以外の栽培条件は、水準間で等しい。

ど変わらなかったからである(第3図, 第3表)。また、チェイン重はcLr値に比べて、測定方法からみて稈長の測定の必要がなくチェイン重量を直接利用できること、耐倒伏性の評価からみて倒伏を引き起こす外力に対する稈の抵抗力が分かりやすいという利点がある。

チェイン法を用いて、アサカゴールドの播種深度、m²当たり苗立ち本数および10a当たり窒素追肥量が異なる栽培試験について、それぞれの要因ごとに耐倒伏性の評価を行った(第3表)。その結果、チェイン重とcLr値は、いずれの要因においても試験区間で差が認められ、播種深度が深く、m²当たり苗立ち本数と10a当たり窒素追肥量が少ないほど、耐倒伏性は高いと評価した。成熟期の倒伏程度はチェイン重とcLr値による耐倒伏性評価が優れるほど小さかった(第3表)。

以上のことから、チェイン法は、西南暖地での二条大麦の品種間や異なる栽培法において、耐倒伏性を簡易で効率的かつ信頼性高く評価できることを明らかにした。二条大麦における耐倒伏性の指標としては、成熟期の倒伏程度との相関係数、調査方法および評価からみて、多数の品種を評価するにはcLr値が適し、同一品種で異なる

栽培法を評価するにはチェイン重が最も適し、次いでcLr値が適することを明らかにした。なお、チェイン重とcLr値は年次により絶対値が大きく異なることが確認されたため、年次間の比較検討を行うためには、指標品種を必ず測定対象として供試しておく必要がある。

引用文献

- 1) 安部秀雄・神前芳信(1969). 小麦の全面全層播栽培における播種量、窒素の追肥時期と倒伏との関係. 日作四国支紀 7: 10 - 14.
- 2) Grafius, J.E. and H.M.Brown (1954) Lodging resistance in oats. Agr. J. 46: 414 - 418.
- 3) 星川清親(1980) 新編食用作物. 養賢堂, 東京. pp259.
- 4) 松江勇次・山口修・佐藤大和・馬場孝秀・田中浩平・古庄雅彦・尾形武文・福島裕助(2000). 1998年における北部九州の麦類不作の要因解析とその技術対策. 日作紀 69: 102 - 109.
- 5) 尾形武文・岩淵哲也・篠原真由美・松江勇次(1999). チェイン法による小麦の耐倒伏性評価. 日作九支報 65: 49 - 50.
- 6) 小田桂三郎・鈴木守・宇田川武俊(1966). 麦品種の倒伏に関与する形質ならびに倒伏指数に関する研究. 農技研報 D - 15: 55 - 91.
- 7) 佐々木孝司・小谷倫三(1961). 麦の倒伏を防ぐ窒素肥料の分施時期. 農業技術 16: 173 - 175.
- 8) 關塚清蔵(1952). 麦類の倒伏に関する研究(1). 農業技術 7(5): 18 - 20.
- 9) 關塚清蔵(1952). 麦類の倒伏を防ぐ諸方法. 農業及園芸 27: 455 - 458.
- 10) 武田元吉・菅益次郎(1963). 大麦の耐倒伏性に関する研究. 第1報 各種の抵抗力の測定方法と測定時期について. 四国農試研報 8: 91 - 99.
- 11) 米内貞夫(1975). ビール麦の倒伏防止について. 栃木農試研報 20: 59 - 74.