

イネの風害に関する実験的研究 ——稔実ならびに登熟におよぼす風・雨の影響——

江幡守衛・石川雅士

(名古屋大学農学部)

Experimental Studies on Wind Injuries to Rice Plants. ——Effects of wind and rain on seed setting and ripening——

Morie EBATA and Masashi ISHIKAWA
(Faculty of Agriculture, Nagoya University)

わが国では例年イネの登熟期に來襲する台風のため収量ならびに米質に少なからぬ被害を受けている。台風の強い風雨によるイネの障害機構については多くの被害実態調査によって検討されている^{2,3,5)}。しかし自然の風害の場合には風雨の条件がかなり不明確であり、さらに倒伏や潮風の影響を伴う場合もあり、被害機構を実態調査のみで解明することは難かしい。実験的手法で用いられる風雨は、実際の風雨とはかなり異なる条件ではあるが、被害解析を定性的または定量的に進めるためには実験的研究が有用な手段と考えられる。従来の実験的研究の多くは出穂開花期を中心としたものであり^{4,6)}、登熟期全般にわたっての粒質形成に対する影響に関しては十分明らかにされていない。本報では風洞実験によってこの点を追究するとともに、とくに風に伴う雨の影響を検討した。

材料および方法

風ならびに風雨処理実験 1982年、水稻日本晴を用い、5月22日苗床に播種し、6月9日a/5000ポットに2株2本植で移植した。のちアミ室内で生育させた。施肥には2-6-4化成を用い、基肥として3g、追肥として2g施用した。出穂期(8月24日)に平均出穂日±1日の穂にマークしこれらを調査対象穂とした。

風処理 風洞実験室内でおこない、開放型風洞(3馬力、吹出口、縦35.8cm×横30.8cm)を用いた。風処理は植物体の上半部を中心におこない、風速は穂の位置において所定の風速となるよう調節した。風速の測定には熱線風速計を用いた。供試風速は0(無処理)、4、6、8、10、12、15m/sの7段階とし、処理時期は出穂後1、7、14、21、29、35日の6期とした。処理時間は1時間とし、各2ポット処理とした。

風雨処理 風洞吹出口に散水用ノズルを設置し、風処理と同時に水道水の散水処理を行った。風雨処理における風速、処理時期、処理時間等は上記の風処理と全く同様とした。散水量は時間降水量150~200mmに相当した。

成熟期に穂を収穫し、調査対象穂のうち5穂づつをとり着粒位置別に稔実ならびに米質を調査した。

なお、一部の調査対象穂について、もみ殻の褐変程度を調査した。褐変の甚しいものを 3、やや顕著なもの 2、軽微なもの 1、不明瞭なもの 0 の評点を与え、全もみの平均点を褐変指数とした。

穂の蒸散速度の測定 水中切りした穂 2 本を 50 ml のメスフラスコに挿し、もみ部分以外をアルミホイルで覆った。この切穂を実験風洞を用いて 30 分間一定の風速の風に当て、重量法によってもみ 1 粒当りの蒸散量を求めた。実験は 8 月下旬～9 月中旬の好天日の日中に行った。測定の標準条件を気温 30℃、相対湿度 55% (水蒸気飽差 19 mb) とし、測定時の水蒸気飽差によって蒸散量の補正を行った。各測定は 2 反復で行なわれた。供試穂には出穂期の異なる日本型水稻無芒種のべ 9 品種を用いた。供試時期は出穂後 1～48 日の間の 8 期、風速は 0, 3, 6, 10 m/s の 4 段階とした。

結果および考察

稔実障害 出穂開花期の風処理により不稔ならびに发育停止粒が発生した。これらの稔実障害は出穂直後ほど著しく、また風速が強いほど増大した。開花の終了する出穂後 10 日以後では障害はみられず、風速 4 m/s 以下では障害はごく軽微であった。一方風雨処理では障害はすこぶる僅少であり、雨による被害軽減効果が明らかにみられた (図 1)。

登熟障害 風処理は米質に大きな影響を及ぼしたが、主要な障害としては茶米と乳白米の発生であった。茶米の発生は稔実障害と同様に、出穂直後の処理で最も著しかった。以後は登熟が進むにつれて減少し、出穂後 20 日以後の処理では発生はみられなかった。茶米の場合も 6 m/s 以下では発生は軽微であり、強風では発生率

が増大した。また風雨処理では風処理に比べ障害はかなり軽減された (図 2)。乳白米の発生は出穂後 14～21 日の 6 m/s 以上の風で著しく、強風ほど発生率は増大した。しかし、開花期や登熟後期の風ではほとんど発生がみられなかった。また乳白米の発生についても、雨処理による障害軽減効果がみられた (図 3)。風処理による障害米としてはこれらの他に、死米、半死米、奇形米などがみられた

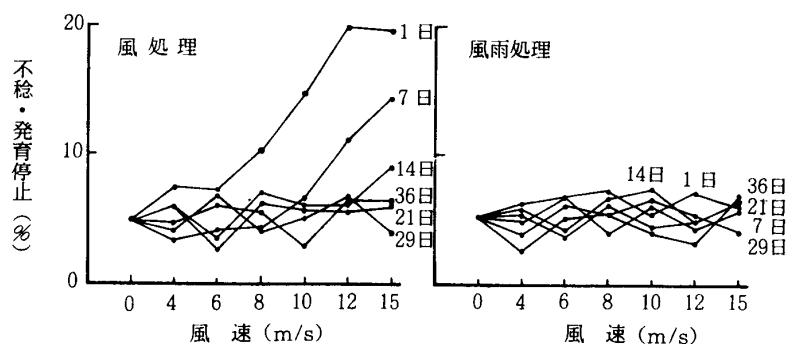


図 1 不稔・发育停止の発生におよぼす風雨の影響 (図中の数字は出穂後日数)

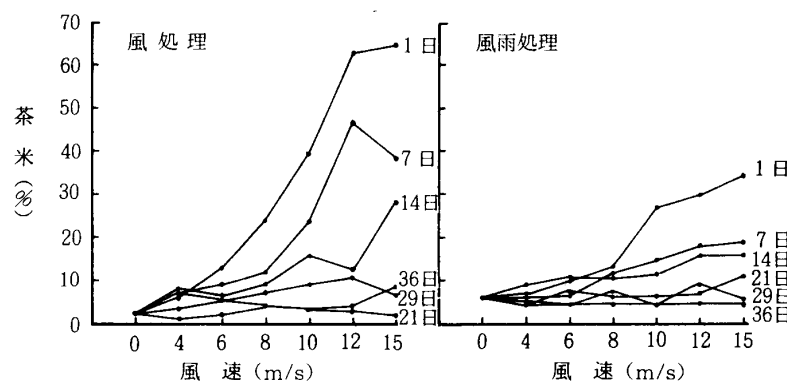


図 2 茶米の発生におよぼす風雨の影響 (図中の数字は出穂後日数)

が比較的僅少であった。障害米全体としても図4に示したように、風速が強いほど明らかに障害米が増加する。この傾向は風雨処理でも同様であるが、風処理に比べ障害は軽微である。風速が10~12 m/s以上では障害はやや頭打ちになる傾向が全般的にみられたが、これは強風になるほど穂が風になびき、風圧力が次第に頭打ちとなるためではないかと考えられる。風による障害米の多発時期は出穂後25日頃までであり29日以後ではほとんど影響はみられない。出穂直後と出穂後14~21日頃の2期に分かれ、出穂後7日頃はやや障害の発生しにくい時期であることが示された(図4, 7)。腹白米は狭義の障害米とはいえないが、その発生率は障害米の発生と関連してかなりの変動をみせた。図5に示したように、障害米の発生を助長する出穂期~出穂後21日頃までの風処理ではむしろ減少した。しかしもはや障害米の発生しにくい出穂後30日前後のいわゆる登熟後期の処理では増加する傾向を示した。

完全米は障害米とは逆

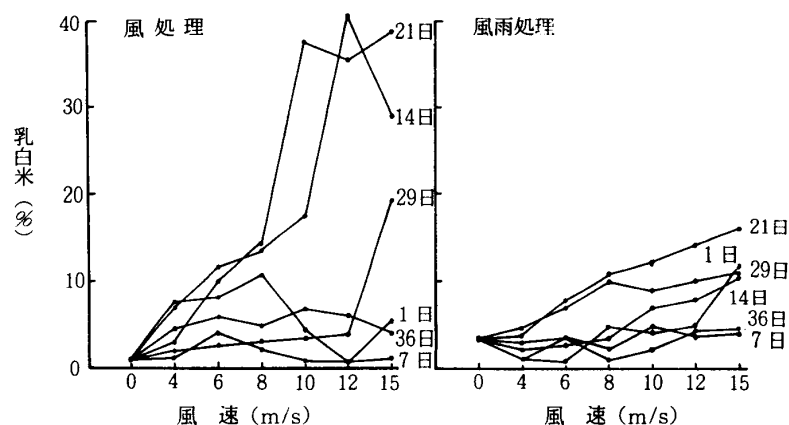


図3 乳白米の発生におよぼす風雨の影響(図中の数字は出穂後日数)

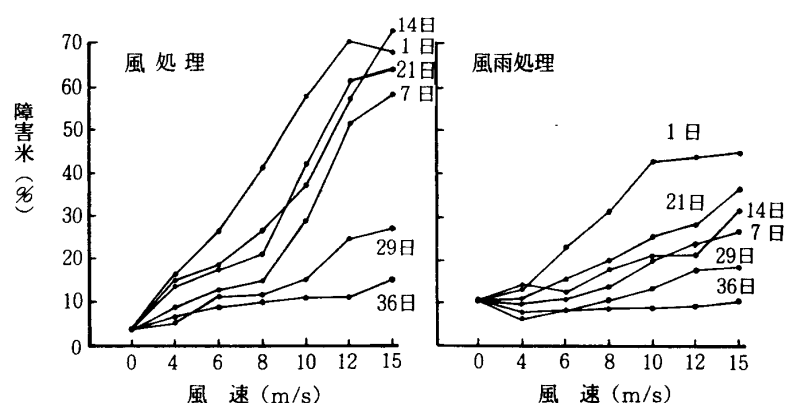


図4 全障害米の発生におよぼす風雨の影響(図中の数字は出穂後日数)

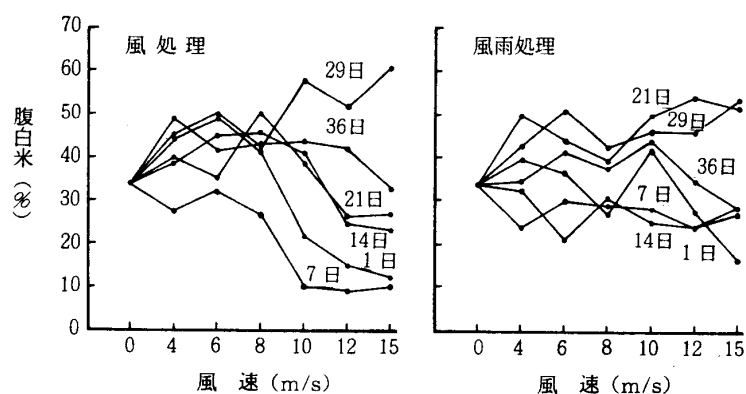


図5 腹白米の発生におよぼす風雨の影響(図中の数字は出穂後日数)

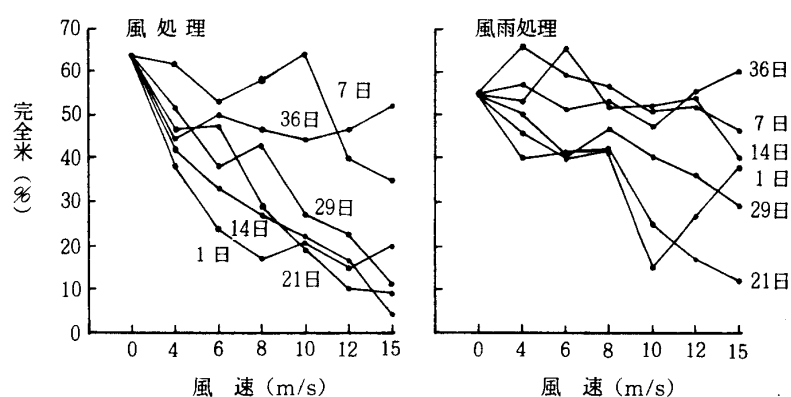


図6 完全米と風雨処理との関係(図中の数字は出穂後日数)

に、出穂期および登熟盛期の風で減少し、風速の増加に伴って明瞭な減少傾向がみられた。また風に伴う雨は完全米の減少を抑制した(図6)。

着粒位置と障害との関係をみると、稔実障害、障害米の発生はいずれも弱勢穎花に多く、強勢穎花では少ない傾向が明瞭であり、また枝梗の上下の関係では、出穂後14日目頃までの穂の比較的直立する時期には上部枝梗の障害が多いが、傾穂期以後はこの関係は不明瞭であった(図8, 9)。

風処理によるもみの褐変は出穂期から出穂後7日の処理で著しく、風の強いほど褐変程度は増大した。もみの組織が若いものほど褐変し易く、出穂直後では4 m/s, 7日目では8 m/s, 14日目では12 m/s以上の風で褐変を生じた。また雨処理は褐変を明らかに抑制した(図11)。風によるもみの褐変は茶米の発生パターンと類似した傾向であり、褐変指数と茶米発生率との間には有意な相関関係がみられた(図12)。

風処理で上記のような粒質の劣化とともに粒の発育量を減退させた。粒厚1.4 mm以上の玄米の100粒重でみると、粒重の

低下は出穂直後の風で最も大きく、登熟が進むほど軽微であった(図10)。風速が6 m/s以上では強風ほど粒重低下が大きい。雨を伴う風では粒重の低下は少なく、粒の発育量においても明らかに雨の風害軽減効果が認められた。

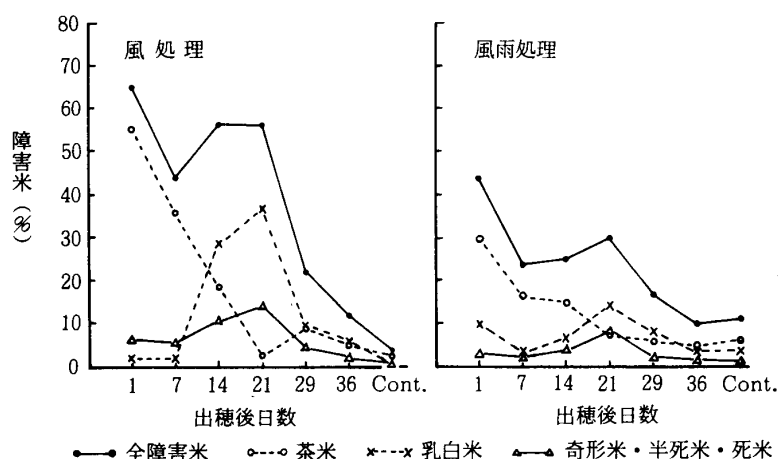


図7 強風処理時期と障害米の発生 注) 10, 12, 15 m/s の場合の平均

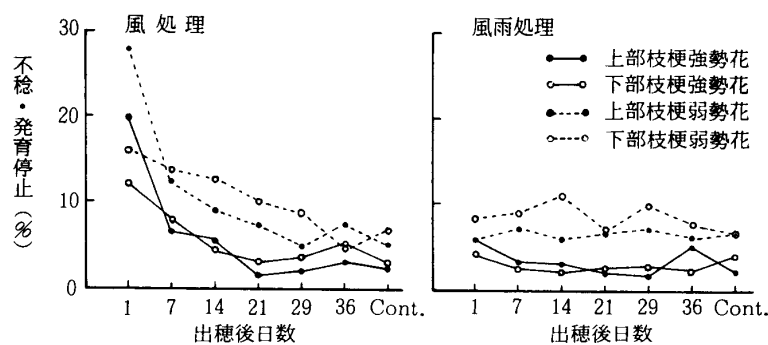


図8 強風処理時期と稔実 注) 10, 12, 15 m/s の場合の平均 (穂上位置別)

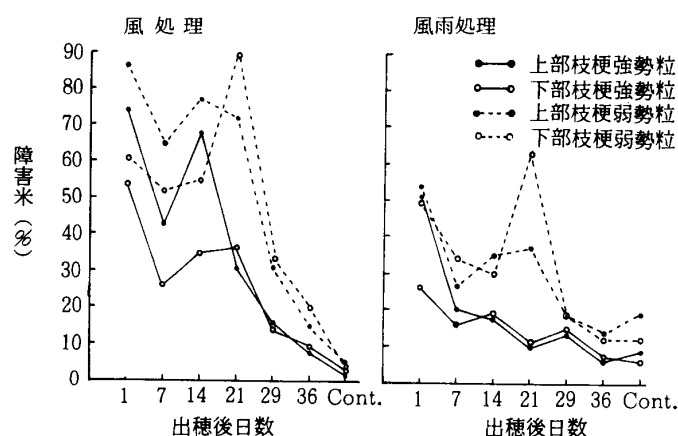


図9 強風処理時期と障害米の発生 注) 10, 12, 15 m/s の場合の平均 (穂上位置別)

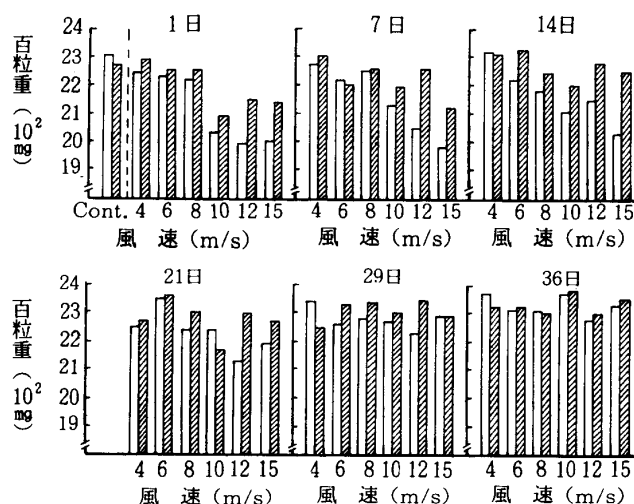


図10 風雨処理と玄米粒重 (図中の数字は出穂後日数)

□ 風処理 ▨ 風雨処理

もみの蒸散速度におよぼす風の影響 もみの蒸散速度は出穂直後には大きいですが、もみ殻組織の急速な充実期には急減した。しかし米粒の発育盛期には蒸散速度は再び高まり、出穂後14～21日頃ピークを示した。それ以後は粒の成熟につれて低下した(図13)。風はもみの蒸散を助長し、蒸散の促進は風速の大きいほど著しかった。また風による蒸散促進は若いもみほど顕著であり、10 m/sの風による蒸散速度の促進率は出穂直後～7日目で約75%、14日目52%、21日目37%であった。

以上の結果、登熟全期間にわたって時期による風の障害発現のパターンが一応明らかにされた。即ち発生する障害は出穂～開花期には不稔および発育停止粒、発育停止をまぬがれたものは多くはもみの褐変と茶米の発生などであり、これらはいずれも若いStageほど障害が大きい。登熟盛期の典型的な障害は乳白米の発生であり、同時に死米、半死米も発生する。障害は主として胚乳組織の透明化の異常を伴うもので、この時期の粒質形成にとって重要な時期であることが示唆された。登熟後期にはもはや障害米の発生を助長しないが、腹白の発現を増加させるが、これは米粒の脱水収縮の異常促進が一因と考えられる。

本実験の結果、雨を伴う場合は風害が著しく軽減することが明らかにされたが、雨の被害抑制作用と

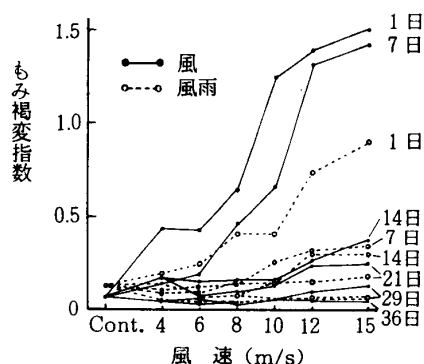


図11 風・雨がもみの褐変におよぼす影響 (図中の数字は出穂後日数)

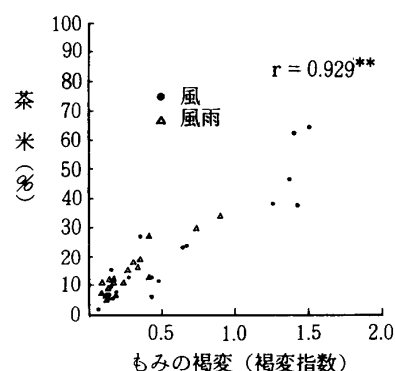


図12 もみの褐変と茶米発生との関係

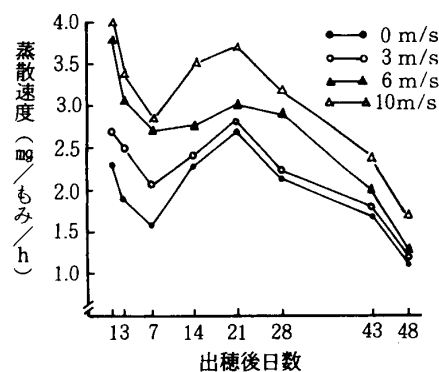


図13 穂の蒸散におよぼす風の影響

しては、1) 水の被膜が潤滑剤として作用し、もみずれ、葉ずれなどの機械的損傷を防ぐ、2) 異常蒸散による水分ストレスを防止することなどが考えられる。図 7 および図 13 の結果からはもみの蒸散速度の高い時期が風による障害の顕著な時期と一致するという興味深い事実が得られており、このことから風害と異常蒸散との関連がかなり密接であることが示唆された。

出穂直後の高い蒸散速度は花穎外表皮組織が未完成のため物理的に水分が奪われ易いためと考えられ、登熟成期には米粒への貯蔵養分の輸送のため、米粒において盛んに水分の流入とその放出がおこなわれ、蒸散が活発となるものと思われる。いづれにしても、もみの蒸散速度の高い時期は穎果の受精および組織形成また養分蓄積と粒形形成などにとって非常に重要な時期である。おそらくこの時期の風は穎果の蒸散を異常に高進させ、これによって生ずる穎果の一時的な水分ストレスが受精障害や登熟過程の進行を変調ならしめるものと思われる。

フェーン風による出穂直後の異常蒸散によって不稔を生ずることは知られている¹⁾が、本報の結果から異常蒸散は登熟盛期についても少なからぬ障害を及ぼすことが示唆され、台風の際に降雨が止んだ場合或は台風通過後の乾風が障害に大きな影響をもつことが十分推測される。

本実験の風は層流的な人工風であり、乱れの大きい実際の風と比較することは難かしい。またこの風を植被層上部の風としていわゆる気象資料としての風速に換算することも容易ではない。気象資料の風速と障害度との関係を明らかにするためには新たな実験方法の検討が必要となろう。

引用文献

- 1) 村松謙生・鴨田福也 1979. 農業気象 35: 173-176.
- 2) 長戸一雄・山本良三・小林喜男 1955. 日作紀 23: 266.
- 3) 長戸一雄・小林喜男・窪田拓男 1956. 日作紀 24: 167-108.
- 4) 志茂山貞二 1952. 日作紀 27: 163-167.
- 5) 戸笥義次 1940. 日作紀 12: 291-297.
- 6) 坪井八十二・氷高信雄 1958. 日作紀 27: 207-209.