

研究・技術ノート

茨城県南部の水田圃場における土壌水分とコムギの草丈の関係
—2 か年延べ 26 圃場の調査結果—

小柳敦史・川口健太郎
(作物研究所)

要旨：2007 年産及び 2008 年産の冬作で農林 61 号が耕起または不耕起栽培された茨城県稲敷市，同県筑西市及び桜川市にある 3 つの農業経営体が管理する 2 か年延べ 26 圃場で草丈と土壌水分の調査を行った。まず，2007 年産で稲敷市の 1.8 ha の水田圃場内において，10 m 間隔の格子状に 81 地点で調べた結果，土壌水分と草丈に有意な負の相関関係を認めた。2007 年産では，これを含む 7 圃場のすべてで両者に負の相関関係が得られ，そのうち 6 圃場では相関係数が有意であった。つぎに，2008 年産で計 19 圃場において同様の調査を行った。調査の結果，1 圃場で有意な正の相関関係が得られたものの，他の 18 圃場では負の相関関係が得られ，そのうち 15 圃場では相関係数が有意であった。なお，土壌水分と草丈に負の相関関係が得られた 3 圃場について，土壌の可給態窒素，リン酸及びカリ含量を調べた結果，1 圃場では土壌養分と草丈に正の相関関係がみられたが，2 圃場では関係がみられなかった。以上のことから，茨城県南部の水田圃場では多くの場合，土壌水分の過多がコムギの生育を抑制するひとつの原因となっていたと考えられる。

キーワード：小麦，湿害，耐湿性，転換畑。

前報 (小柳 2008) では，2007 年産の冬作のコムギで顕著な湿害が観察された茨城県稲敷市の個人が管理する 1 筆の水田圃場において，土壌水分と草丈の間に有意な負の相関関係が得られたことを報告した。本報では，まず前報と同じ 2007 年産の冬作において，茨城県南部の農業経営体が管理する他の水田圃場についても同様な関係が認められるかどうかを調べた。つぎに，2008 年産の冬作においても，さらに調査圃場を増やして両者の関係を調べることにした。

これまでの我が国の水田は区画が狭く配置が分散する傾向にあったが，最近では圃場の大区画化も進んできた。これにより作物生産における作業効率は向上してきたが，一方で基盤整備後の圃場内部における作物の生育ムラの問題も顕在化している (長野間 1995)。

作物の生育のばらつきは，土壌養分との関係で論じられることが多い。たとえば鳥山 (2001) は，水田における水稲の収量のばらつきは地力窒素，特に下層土の窒素肥沃度の影響が大きいことを明らかにしている。一方，コムギについては圃場内の生育のムラに関する研究は少ないが，Nakamoto ら (2002) は畑の小区画圃場における調査で，コムギの生育量の変動が土壌の硝酸態窒素や有効態リン酸濃度に伴って生じた例を報告した。一方，稲村ら (2007) は奈良県の現地の田畑輪換田における調査により，土壌水分がコムギの出芽数に変動を生じさせ，それが穂数や収量の変動につながった例を報告している。また，小柳ら (2004)

は，過湿処理を行った試験圃場において圃場の凹んだ部分でコムギの生育が劣っていたことを報告した。これらの報告から，水田圃場におけるコムギの生育のばらつきには土壌水分が影響する場合がありますと考えられる。

私たちは前報 (小柳 2008) で，茨城県稲敷市で顕著な湿害が発生した 1 圃場を調査した結果として，土面の凹凸が土壌水分のばらつきを生み，それがコムギに生育のムラを生じさせた例を報告した。本報では，前報の調査と同じ年次を含む 2 か年に，湿害の発生が枕地などの一部にとどまるか，またはほとんどみられなかった多くの現地水田圃場で土壌水分とコムギの草丈を調べ，両者の一般的な関係を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

茨城県稲敷市の有限会社南太田営農組合の圃場 (以下，稲敷圃場とする)，同県筑西市の有限会社山善農園の圃場 (以下，筑西圃場とする) 及び同県桜川市の有限会社イワセアグリセンター (以下，桜川圃場とする) が管理する水田圃場で冬作コムギの調査を行った。なお，各生産者から事前に湿害の発生の有無に関する聞き取りを行うとともに，著者らが圃場の周囲から葉色の低下や生育量の減少程度を観察し，病害等の他の障害のないことを確認したうえで，それらの圃場を「一部あるいは枕地に湿害がみられた圃場」とした。

1. 稲敷圃場の概要

稲敷圃場は利根川下流域の平坦地にある。この地区では圃場整備により排水路側から道路側までの距離が100mの水田圃場が造成されている。稲敷圃場を管理する有限会社南太田営農組合は2007年産及び2008年の冬作で南北約500m、東西約200mの範囲にある7筆の水田圃場で2作連続して農林61号を耕起栽培した。これらの圃場の土壌は腐植に富む沖積土で、pHは6程度である。

2007年産では、これらの7筆のうち3つの圃場を選定して調査を行った。本報告では、結果的に子実収量が多かった圃場から順に稲敷A、B及びC圃場と称することとした(以下、他の地区でも同様にアルファベットを付して圃場名とした)。また、2008年産の作期では、稲敷A圃場及び稲敷C圃場に加えて稲敷D圃場を調査対象とした。なお、稲敷B圃場は2008年産のコムギの作付けで圃場内が複数の試験区に分割され、施肥テストが行われたため、調査から除外した。いずれの圃場も道路側から排水路側までの距離は100m、もう一辺の長さが30~180mのほぼ長方形の圃場である。

両年とも耕種概要はほぼ同一で、12月上旬にロータリにて耕起し、条間約15cmのドリルシーダで播種された。基肥は化成肥料により窒素、リン酸、カリ各5.6kg/10aが耕起前に施用され、追肥は同各2.8kg施用された。踏圧は生育期間中に2~3回行われた。圃場に暗渠は整備されていたが、明渠は水稻の栽培圃場と隣接するごく一部(稲敷B圃場の一辺)を除いて作成されなかった。

2. 筑西圃場の概要

有限会社山善農園が管理する筑西圃場は、小貝川中流域の平坦地の南北約2km、東西約1kmを中心とする水田地帯に点在している。この地区では排水路側から、反対の道路側までの距離が100mの水田圃場が多く整備されている。これらは褐色火山性土のpHが5.5程度の圃場で、排水状況は必ずしも良好ではない。基本的には、ブロックローテーションにより水稻、ムギ及びダイズが輪作されている。

2007年産で調査を行ったのは、農研機構中央農業総合研究センターが不耕起栽培の現地試験を行っていた圃場で、2圃場のうち1圃場(筑西B圃場)は全面で不耕起栽培が行われたもので、汎用型不耕起播種機により条間30cmで農林61号が播種された。もう一方の圃場(筑西A圃場)はこれと隣接する圃場で、不耕起栽培圃場の対照として通常の営農管理の中で耕起、播種が行われた。どちらの圃場も長辺が100m、短辺が約40mの長方形の圃場である。

2008年産では、輪作体系の中でコムギの作付け圃場が前作とは全く変更された。農林61号が作付けされた圃場のうち8圃場を調査対象とした。前作と圃場は異なるが、同様に試験的な不耕起栽培が行われた圃場(筑西F圃場)およびそれに隣接する対照の耕起圃場(筑西D圃場)に加え、当該経営体が管理し、耕起栽培が行われた6圃場を調査し

た。このうち、筑西I圃場は圃場の一部に湿害がみられた圃場として、筑西G圃場及び筑西J圃場は道路側の枕地に湿害がみられた圃場として調査対象に含めた。筑西圃場は、両年とも11~12月に播種され、基肥は化成肥料により3要素各8.3kg/10aを目安に施用された。なお、基本的には茨城県が定めた基準に従って追肥が行われたが、圃場ごとに施用量や施用時期を正確に把握することはできなかった。各圃場とも暗渠が敷設され、圃場の周囲に明渠が作成された。

3. 桜川圃場の概要

桜川圃場があるのは、富谷山の南側に広がる緩やかな傾斜地で、水田圃場が階段状に造成された地区にある。この地区は、基本的には排水路側から道路側まで100mまたは60mで造成されているが、地勢や一般道路との関係で不整形の圃場も多い。有限会社イワセアグリセンターが管理する南北約1km、東西約2kmの範囲に集まる約30筆の農林61号の不耕起栽培圃場の中から調査圃場を選定した。なお、桜川圃場はすべてが営農上の理由で不耕起栽培された。土壌は沖積土または褐色火山性土で、pHは6.0~6.5程度である。

2007年産では、一部に湿害がみられた台形に近い約30aの不整形の圃場(桜川B圃場)と湿害がみられなかった別の約30aの不整形の圃場(桜川A圃場)で調査を行った。2008年産では、コムギの作付け圃場が前作から変更されたが、いずれの圃場も明らかな湿害はみられなかったため、1辺が100mまたは60mの長方形の圃場から無作為に8圃場(桜川C~J圃場)を調査対象とした。

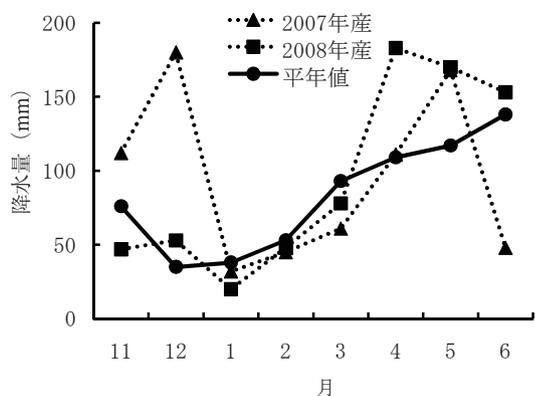
桜川圃場では、両年とも11月中旬から12月上旬を中心に汎用型不耕起播種機で農林61号が播種された。省力的な少肥栽培を目指す営農上の理由から基肥は施用されず、2月に化成肥料により3要素各5.6kg/10aが追肥された。踏圧は生育期間中に3回行われた。なお、暗渠は設置されているが、明渠は作成されなかった。

4. 土壌水分、草丈、土壌養分及び収量の調査

土壌水分と草丈は、穂揃期から子実成熟期までの間に測定した。1圃場は同一測定日に測定したが、同じ地区内でも圃場により測定日が異なる場合もある(第1~3表の脚注)。このため、特に土壌水分の値は測定日が異なる地区の間や圃場の間で比較検討することは難しい。

土壌水分はTDR水分計(Campbell社製、ハイドロセンス)にて誘電率から土壌の体積含水率(%)の推定値(以下、土壌水分とする)を測定した。測定に際しては、12cm長のロッドを土壌から鉛直に差し込んで3回測定し、その中央値を記録した。草丈は物差しにより、各測定地点で平均的な個体の草丈をcm単位で記録した。

測定地点については、2007年産の稲敷A圃場では、圃場に10m間隔の格子状の測定点を設け、その81か所で土



第1図 茨城県南部における2007年産及び2008年産のコムギの生育期間の降水量と平年の降水量。
気象庁による測定値（観測地点：つくば市館野）。
平年値は1971年～2000年の平均値。

壤水分と草丈を測定した。その他の圃場では、圃場の大きさや形状により5～10m間隔で格子状の測定点を設けて測定した。その結果、測定点の数は圃場の面積に応じて31～80点となった。このうち圃場の両端の測定点は枕地部分に位置した。

2008年産については、各圃場とも道路側から排水路側に至る2本の線（長さは100mまたは60m）を設定し（桜川J圃場のみ1本）、その線上を約2～3m間隔で土壤水分と草丈を測定した。その結果、測定点は圃場により30～60点となった。

また、2008年産では、土壤水分と草丈に有意な負の相関関係が得られた各地区1圃場、計3圃場（稲敷D圃場、筑西G圃場及び桜川J圃場）についてコムギの子実成熟期前に土壤養分の分析を行った。道路側から排水路側に至る1本の線上において10m間隔で10か所の分析点を設け、その位置の草丈を測るとともに深さ0～15cmの土壤を採取して可給態窒素（硝酸態窒素とアンモニア態窒素の合計値）、リン酸及びカリ含量を測定した。

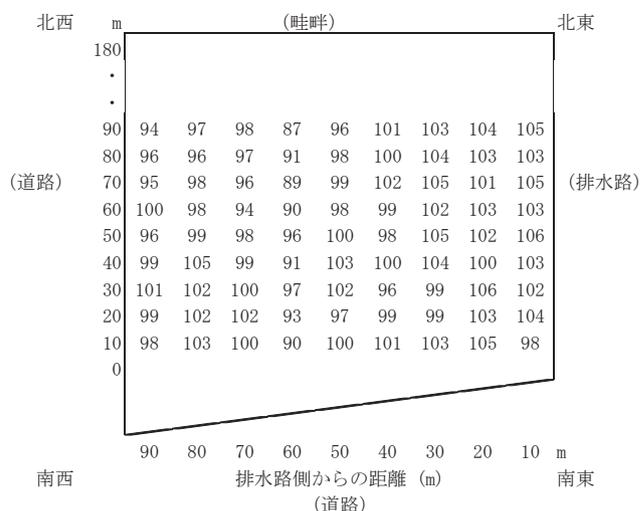
各圃場とも子実成熟期頃に1.2m²の部分に2か所、手刈り収穫し、各圃場の子実収量の代表値を求めた。

結 果

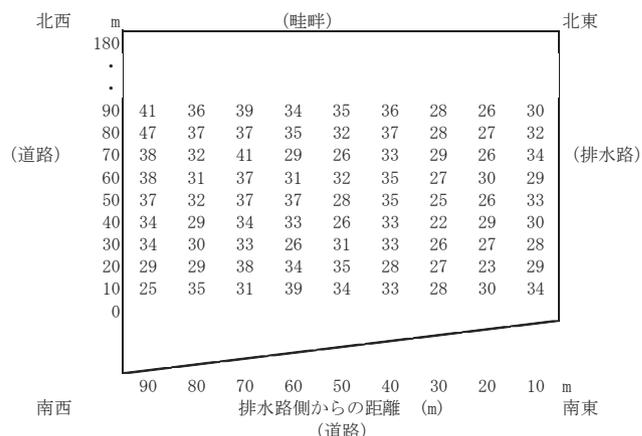
調査を行った2007年産と2008年産のコムギの生育期間における茨城県南部の降水量として、気象庁によるつくば市（館野）における観測データ（気象庁2008）を第1図に示した。つくば市は本調査を行った3市の間に位置している。合計では両年ともに平年を1割ほど上回る降水があり、特に2007年産の播種後にあたる2006年12月には平年の3倍以上の降水量が記録された。

1. 2007年産の稲敷A圃場の土壤水分と草丈

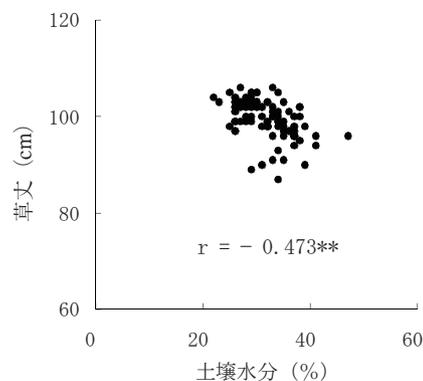
顕著な湿害が観察されなかった稲敷A圃場で2007年5月27日に測定した草丈の分布を第2図に示した。排水路側から遠い西の道路側から中央部にかけて草丈が100cm



第2図 2007年5月27日に調べた稲敷A圃場内各地点の草丈(cm).



第3図 2007年6月2日に調べた稲敷A圃場内各地点の土壤水分(%)。



第4図 稲敷A圃場における土壤水分と草丈の関係。
2007年産の調査結果。**：1%水準で有意。

未満の部分が多く、特に排水路側から60mの位置では草丈が90cmを下回る地点もあった。2007年6月2日に測定した土壤水分の分布を第3図に示したが、西の道路側から中央部にかけて土壤水分の高い地点がみられた。両者の関係を示したのが第4図である。土壤水分と草丈には1%水準で有意な負の相関関係が認められた。

第1表 稲敷圃場の概要及び土壌水分と草丈の関係.

年次圃場	面積 (ha)	湿害	収量 (g/m ²)	土壌水分		草丈		データ数	土壌水分と草丈の関係	
				平均値 ± 標準偏差 (%)	CV (%)	平均値 ± 標準偏差 (cm)	CV (%)		相関係数 (r)	有意性
2007年産										
稲敷A	1.8	なし	424	31.9 ± 4.6	14.4	99.4 ± 4.2	4.2	81	-0.473	**
稲敷B	0.3	枕地	403	36.6 ± 7.1	19.4	98.6 ± 4.8	4.9	40	-0.787	**
稲敷C	0.8	枕地	346	41.6 ± 6.5	15.6	93.8 ± 5.7	6.1	40	-0.672	**
2008年産										
稲敷A	1.8	なし	408	37.9 ± 8.4	22.2	100.9 ± 5.4	5.4	60	-0.577	**
稲敷C	0.8	なし	380	26.1 ± 3.3	12.6	96.6 ± 4.5	4.7	60	-0.339	**
稲敷D	0.6	枕地	322	29.1 ± 5.1	17.5	96.5 ± 6.3	6.5	60	-0.654	**

すべて耕起栽培。観察結果の枕地湿害は、各圃場の道路側約5mの部分に湿害が観察されたもの。

CVは変動係数で、標準偏差を平均値で除した値。有意性の**は1%水準で有意。

2007年の測定日は、稲敷A圃場は土壌水分が6月2日、草丈が5月17日、稲敷B,C圃場はどちらも6月4日。

2008年の測定日は、稲敷A圃場が5月16日、稲敷C圃場が5月8日、稲敷D圃場が5月9日。

第2表 筑西圃場の概要及び土壌水分と草丈の関係.

年次圃場	面積 (ha)	湿害	収量 (g/m ²)	土壌水分		草丈		データ数	土壌水分と草丈の関係	
				平均値 ± 標準偏差 (%)	CV (%)	平均値 ± 標準偏差 (cm)	CV (%)		相関係数 (r)	有意性
2007年産										
筑西A	0.4	なし	453	42.2 ± 6.8	16.1	93.5 ± 4.8	5.1	80	-0.208	ns
筑西B	0.4	なし	341	45.8 ± 4.7	10.3	87.3 ± 7.3	8.4	80	-0.385	**
2008年産										
筑西C	0.3	なし	449	28.7 ± 2.7	9.4	103.5 ± 3.6	3.5	60	-0.075	ns
筑西D	0.4	なし	447	37.6 ± 3.5	9.3	93.3 ± 3.6	3.9	60	0.361	**
筑西E	0.3	なし	441	30.0 ± 3.3	11.0	100.5 ± 4.6	4.6	60	-0.340	**
筑西F	0.4	なし	402	54.4 ± 3.3	6.1	91.2 ± 5.0	5.5	60	-0.509	**
筑西G	0.3	枕地	394	40.8 ± 8.6	21.1	95.3 ± 3.5	3.7	60	-0.562	**
筑西H	0.4	なし	383	28.2 ± 3.5	12.4	98.9 ± 2.9	2.9	60	-0.179	ns
筑西I	0.2	一部	353	52.5 ± 10.3	19.6	92.0 ± 4.7	5.1	48	-0.355	*
筑西J	0.3	枕地	269	42.5 ± 9.9	23.3	93.1 ± 5.4	5.8	60	-0.650	**

2007年産の筑西B圃場は不耕起、筑西A圃場は対照の耕起栽培。

2008年産の筑西F圃場は不耕起栽培、筑西D圃場は対照の耕起栽培、その他は耕起栽培。

CVは変動係数で、標準偏差を平均値で除した値。有意性は、**が1%、*が5%水準で有意、nsは有意でない。

測定日は2007年が6月9日、2008年が5月27日。

筑西I圃場は不整形の圃場で、道路及び畦畔側の一部に湿害が観察された。

筑西G及び筑西J圃場は長方形の圃場で、排水路から遠い道路側の枕地に湿害が観察された。

2. 稲敷3圃場の土壌水分と草丈

上述の稲敷A圃場を含む稲敷地区の3圃場の2007年産及び2008年産の土壌水分及び草丈の平均値と標準偏差、標準偏差を平均値で除した変動係数(CV)を第1表に示した。なお、稲敷B,C(2007年産)及びD圃場では排水路側と反対の道路側に葉の黄化などの湿害とみられる症状が観察された。

2007年産については、湿害が観察されず子実収量が多

かった稲敷A圃場は土壌水分と草丈の変動係数が小さく、ばらつきが比較的少なかったといえる。これに比べて道路側の枕地に湿害が観察された稲敷B圃場では変動係数の大きさからみて土壌水分のばらつきが大きく、同様に稲敷C圃場では草丈のばらつきが大きかった。これらの3圃場では、土壌水分と草丈の間には、いずれも1%水準で有意な負の相関関係がみられた。

2008年産については、土壌水分のばらつきは稲敷A圃場で大きく、草丈のばらつきは枕地に湿害が観察された稲

第3表 桜川圃場の概要及び土壤水分と草丈の関係.

年次圃場	面積 (ha)	湿害	収量 (g/m ²)	土壤水分		草丈		データ数	土壤水分と草丈の関係	
				平均値 ± 標準偏差 (%)	CV (%)	平均値 ± 標準偏差 (cm)	CV (%)		相関係数 (r)	有意性
2007年産										
桜川 A	0.3	なし	437	46.6 ± 3.2	6.9	101.6 ± 6.6	6.5	31	-0.514	**
桜川 B	0.3	一部	246	54.3 ± 7.9	14.5	80.5 ± 16.9	21.0	31	-0.630	**
2008年産										
桜川 C	0.4	なし	390	35.7 ± 5.6	15.7	96.7 ± 7.5	7.8	60	-0.522	**
桜川 D	0.2	なし	380	37.5 ± 8.7	23.2	100.3 ± 9.1	9.1	40	-0.619	**
桜川 E	0.4	なし	375	34.2 ± 5.4	15.8	100.5 ± 6.7	6.7	60	-0.285	*
桜川 F	0.4	なし	332	34.7 ± 6.4	18.4	100.2 ± 6.0	6.0	40	-0.655	**
桜川 G	0.4	なし	329	36.8 ± 6.3	17.1	91.2 ± 6.7	7.3	40	-0.519	**
桜川 H	0.2	なし	327	36.2 ± 4.9	13.5	99.3 ± 5.8	5.8	60	-0.314	*
桜川 I	0.2	なし	298	37.9 ± 4.7	12.4	97.3 ± 4.8	4.9	60	-0.075	ns
桜川 J	0.1	なし	292	34.1 ± 6.9	20.2	77.4 ± 5.7	7.4	30	-0.578	**

すべて不耕起栽培。CVは変動係数で、標準偏差を平均値で除した値。

有意性は、**が1%、*が5%水準で有意。nsは有意でない。

2007年産の桜川B圃場では、階段状に造成された圃場の山側に面した部分に湿害が観察された。

測定日は2007年産が6月1日、2008年産が5月15日(ただし、桜川J圃場は5月7日)。

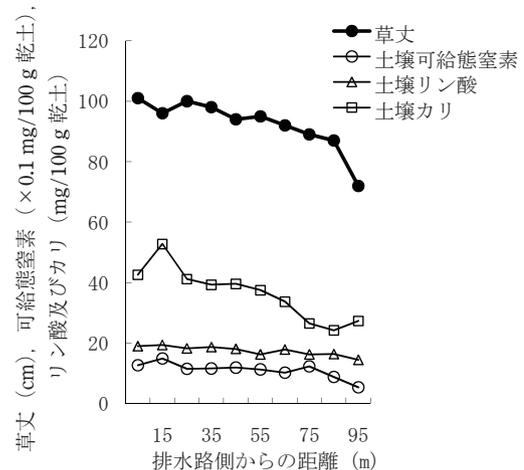
敷D圃場で大きかった。これらの3圃場では、いずれも土壤水分と草丈の関係は1%水準で有意な負の相関関係にあった。

3. 筑西圃場の土壤水分と草丈

筑西圃場の概要と土壤水分及び草丈の測定結果を第2表に示した。2007年産では湿害の発生はみられず、2008年産では筑西G及びJ圃場で排水路側と反対の道路側の枕地を中心に湿害の発生がみられ、筑西I圃場では道路側及びそれと接する畦畔側の一部に湿害が認められた。

2007年産については、耕起栽培された筑西A圃場は収量が多く、不耕起栽培された筑西B圃場は収量が少なかった。変動係数からみた土壤水分のばらつきは筑西A圃場が大きく、草丈のばらつきは筑西B圃場で大きかった。土壤水分と草丈にはどちらも負の相関関係が得られ、筑西B圃場では両者の関係は1%水準で有意であった。

2008年産については、8圃場の中で湿害がみられなかった5圃場は収量が比較的多く、土壤水分のばらつきが比較的少ない傾向がみられた。このうち、1圃場(筑西D圃場)では土壤水分と草丈の間に有意な正の相関関係が得られ、2圃場(筑西E及びF圃場)では有意な負の相関関係がみられた。なお、他の2圃場(筑西C及びH圃場)では両者に明らかな関係がみられなかった。一方、枕地や圃場の一部に湿害がみられた3圃場(筑西G、I及びJ圃場)は収量が少なく、土壤水分のばらつきが大きい傾向にあった。これら3圃場のすべてで土壤水分と草丈の間に有意な負の相関関係を認めた。



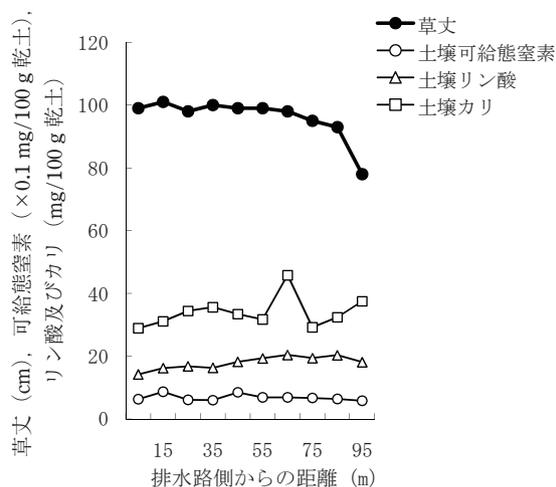
第5図 稲敷D圃場における草丈と土壤養分の分布。2008年産における調査結果。

4. 桜川圃場の土壤水分と草丈

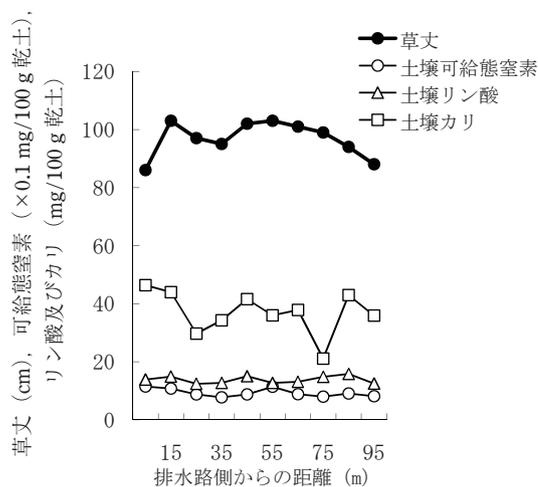
桜川圃場の概要及び土壤水分と草丈の関係を第3表に示した。2007年産では桜川B圃場の山側に出芽不良など湿害の発生が認められたが、2008年産を含め、その他の圃場では顕著な湿害は観察されなかった。

2007年産で圃場の一部に湿害がみられた桜川B圃場は、湿害がみられなかった桜川A圃場に比べて収量が少なく、土壤水分と草丈のばらつきが大きかった。土壤水分と草丈の関係をみると、どちらの圃場でも1%水準で有意な負の相関関係が認められた。

2008年産では、すべての圃場で明らかな湿害は観察されなかった。収量は圃場により292~390 g/m²の間であった。



第6図 筑西G圃場における草丈と土壤養分の分布。
2008年産の調査結果。



第7図 桜川J圃場における草丈と土壤養分の分布。
2008年産の調査結果。

が、各圃場の土壤水分や草丈のばらつき的大小と収量との関係は明らかではなかった。桜川の8圃場の中では、土壤水分と草丈の関係は、桜川I圃場を除く7圃場で有意な負の相関関係が認められた。

5. 各地区計3圃場における土壤養分と草丈

2008年産の子実成熟期前に調べた稲敷D圃場の排水路側と道路側を結ぶ線上における草丈と土壤養分を第5図に示した。草丈は排水路側から遠い道路側ほど低く、排水路側から95mの枕地では特に低くなっていた。土壤養分では、可給態窒素、リン酸及びカリともに道路側ほど低い傾向が認められた。草丈との相関係数は、可給態窒素が $r=0.828$ 、リン酸が $r=0.862$ 、カリが $r=0.691$ ($n=10$)で、いずれも1%水準で有意な正の相関関係にあった。

筑西G圃場でも、第6図に示したように、排水路側からの距離が遠くなると草丈が低くなる傾向がみられた。土壤養分のうち、リン酸は逆に排水路側で低い傾向にあったが、窒素とカリについては排水路側からの距離との関係は明確ではなかった。なお、これらの土壤の養分含量と草丈の関係はいずれも有意ではなかった ($n=10$)。

桜川J圃場の測定線上では、第7図に示したように、草丈は圃場の中央部で高く、両端で低くなる傾向がみられた。土壤養分には排水路側からの距離との間に一定の傾向が認められず、草丈との関係もみられなかった。

考 察

本調査では、枕地など圃場の一部に湿害の発生が観察された圃場だけでなく、湿害が観察されなかった圃場でも、多くの場合、土壤水分と草丈の間に有意な負の相関関係が認められた。このため、これらの圃場でも部分的には土壤水分の過多がコムギの生育を抑制する要因のひとつになっていたと考えられる。

2007年産では3地区、計7圃場で調査を行ったが、枕地

など圃場の一部で湿害がみられた3圃場では、すべての圃場で土壤水分と草丈の間に有意な負の相関関係が得られた。また、湿害がみられなかった4圃場のうち、3圃場で同様に有意な負の相関関係が認められた。すなわち、全7圃場のうち6圃場で有意な負の相関関係が得られた(第1~3表)。

2008年産では3地区、19圃場で調査を行ったが、枕地や圃場の一部で湿害がみられた4圃場ではすべてにおいて土壤水分と草丈の間に有意な負の相関関係が認められた。また、湿害がみられなかった15圃場では、1圃場で有意な正の相関関係が得られたが、11圃場では有意な負の相関関係が認められた。すなわち、全19圃場のうち、15圃場で有意な負の相関関係が得られたことになる(第1~3表)。

これらのことから、茨城県南部の多くの水田圃場では、部分的にしても、土壤水分の過多がコムギの草丈の制限要因となっていたことが判明した。ところで、2008年産の筑西D圃場では、逆に正の相関関係が得られた(第2表)。これを詳しく調べたところ、この圃場では、土壤水分が低かった排水路側で草丈が低く、圃場全体としては両者に正の相関関係が得られていた。この理由は明らかではないが、排水路側に土壤水分以外でコムギの生育を阻害する何らかの要因があったのかもしれない。

稲敷圃場では延べ6圃場のすべてで草丈が排水路側で高く、道路側で低い傾向がみられた。この道路側における草丈の低下は、土壤水分の過多と土壤養分の不足が重なって生じていたと考えられた。営農組合の関係者によるとこの傾向は圃場の造成時から続いているということであった。このため、稲敷圃場では今後、道路側で排水対策を行うとともに、施肥により養分を補うことが必要であると考えられる。

排水路側から遠い道路側で土壤水分が高く、草丈が低くなる傾向は、他の地区の圃場でもみられる場合があったが、

そのような傾向がみられない圃場や逆に排水路側で草丈が低い圃場も多かった。このような排水路側からの距離と土壤水分の関係は、土壤表面の凹凸や土壤内部の構造が複雑に関係して決まると考えられる。これら土壤表面の凹凸や土壤の内部構造を調べるのは難しいが、土壤水分のおおまかな把握は本調査のように TDR 水分計を用いれば手軽に行えるため、今後、農業現場におけるコムギの生育ムラの解消のために TDR 水分計を活用することが期待される。なお、土壤水分自体は降雨の影響を受けて大きく変動すると思われるが、圃場内の位置別の土壤水分の相対的な関係は変化しないことが分かっている (小柳 2008)。本報告では土壤水分の測定は 1 回分のデータを示したが、同一圃場内で異なる測定日に測定した結果を比べたところ、やはり土壤水分の地点間の相対的な関係には変化がみられず、土壤水分の高い位置は常に周囲に比べて土壤水分が高いことが繰り返し確認された。たとえば、稲敷 A 圃場では、2007 年 1 月 11 日と同年 6 月 2 日に調べたところ $r=0.519$ で 1%水準で有意な正の相関関係が得られている ($n=81$)。

筑西圃場では、耕起栽培と不耕起栽培が隣接する 2 筆の圃場で行われた。このうち、2007 年産では不耕起栽培された筑西 B 圃場で土壤水分と草丈に有意な負の相関関係が認められた。また、耕起栽培された筑西 A 圃場でも、相関関係は有意ではなかったが、比較的高い負の相関関係が認められた。さらに、2008 年産では不耕起栽培された筑西 F 圃場、耕起栽培された筑西 D 圃場ともに有意な負の相関関係が得られた。一般的に不耕起栽培された圃場では土壤の水分保持力が高く、排水不良地では湿害が発生しやすいといわれる (坂井ら 1989, 金沢 1995)。また、不耕起栽培されたコムギは、耕起栽培されたコムギに比べて根量が少ない傾向にあることが分かっている (小柳ら 1998)。このように、不耕起栽培圃場では土壤やコムギの根系が耕起栽培圃場と大きく異なると考えられるが、筑西圃場における調査結果は、耕起、不耕起栽培を問わず土壤水分と草丈の間には負の相関関係が現れることが多いことを示している (第 2 表)。

桜川圃場は、秋期の作業の省力化と肥料の効率的な施用の観点からすべての圃場において無基肥で不耕起栽培が行われており、年次によっては湿害の発生が大きな問題となってきたが、2007 年産の桜川 B 圃場でも一部に顕著な湿害が認められた (第 3 表)。この圃場は、傾斜地に造成されたもので、山側の畦畔付近の土壤が過湿になりやすい。これは、隣接する上部の圃場から流入する雨水によるものと考えられる。この圃場では明渠が作成されなかったが、今後、このように階段状に造成された圃場では、山側に明渠を掘ることが排水に効果的であろう。また、土壤が緻密になりやすい水田不耕起栽培においては、全体としてサブソイラーにより耕盤を壊すことも湿害回避に有効ではないかと考えられる。

Nakagami ら (2004) によると、我が国の水田作コムギ

では一般的に、開花前 1 ヶ月にあたる春期の降雨で土壤水分が高くなり、これがコムギの根系に影響を与えて生育量が低下するという。本調査の結果は、Saidi ら (2008) が示したコムギの栽培における土壤水分制御の重要性を実際の農業現場で再確認したものである。また、本研究は川口ら (2008) が調査したような生産現場におけるコムギの過湿に対する適応現象、特に根の通気組織形成に関する研究や石田ら (2005) や稲村ら (2007) が報告しているようなコムギの生育ムラを少なくするための精密管理技術を開発するための研究の進展に必要な基礎的知見を示すと考えられる。

謝辞：調査を実施させていただいた有限会社南太田営農組合の篠田二郎代表取締役、有限会社山善農園の杉山善司代表取締役及び有限会社イワセアグリセンターの菱沼英昌代表取締役ならびに各農業経営体の関係者に感謝する。また、農研機構中央農業総合研究センター研究支援センター業務第 2 科豆麦班、特に土方猛生氏には調査作業においてご協力をいただいた。さらに、同所関東東海水田輪作研究チーム、農業経営研究チーム及びカバークロップ研究関東サブチーム等の関係者に調査圃場の選定において有益なご助言をいただいた。記して各位に謝意を表する。

引用文献

- 稲村達也・吉川茜・松本憲悟・池永幸子・井上博茂・山末祐二 2007. コムギ収量の圃場内変動をもたす要因の解析と可変量管理の可能性. 日作紀 76 : 189-197.
- 石田哲也・石渡輝夫・大塚健二・丹羽勝久 2005. 水田転換畑での航空写真を用いた排水改良効果の確認 - 秋播き小麦での事例 -. ペドロジスト 49 : 2-9.
- 金沢晋二郎 1995. 持続的・環境保全型農業としての不耕起栽培 畑作物の収量と土壌の特性. 土肥誌 66 : 286-297.
- 川口健太郎・小柳敦史・安倍史高・中村信吾・蝶野真喜子・芦川育夫 2008. 水田転換畑における湿害程度を異にするコムギの根の通気組織形成の実態. 日作紀 77(別 2) : 200-201.
- 気象庁 2008. 過去の気象データ (つくば, 館野). <http://www.data.jma.go.jp> (2008 年 9 月 29 日閲覧).
- 長野間宏 1995. 大区画化に伴う栽培管理上の問題点. 農土誌 63 : 921-924.
- Nakagami, K., T. Ookawa and T. Hirasawa 2004. Effects of a reduction in soil moisture from one month before flowering through ripening on dry matter production and ecophysiological characteristics of wheat plants. *Plant Prod. Sci.* 7 : 143-154.
- Nakamoto, T., J. Yamagishi, H. Oyaizu, T. Funahashi and W. Richner 2002. Spatial variability patterns of wheat growth and soil properties in small field as affected by tillage intensity. *Plant Prod. Sci.* 5 : 175-183.
- 小柳敦史・南石晃明・土田志郎・長野間宏 1998. 汎用水田において耕起および不耕起栽培したコムギ、ダイズおよび水稻の根の垂直分布の解析. 日作紀 67 : 49-55.
- 小柳敦史・乙部 (桐測) 千雅子・柳澤貴司・三浦重典・小林浩幸・村中聡 2004. 根系の深さが異なるコムギ実験系統群の過湿な水田圃場における生育と収量. 日作紀 73 : 300-308.

小柳敦史 2008. 茨城県稲敷市の大区画水田でみられた 2007 年産コムギにおける圃場内の生育ムラと土壌の凹凸及び土壌水分との関係 - 湿害の発生様相 -. 日作紀 77 : 511 - 515.

Saidi, A., T. Ookawa, T. Motobayashi and T. Hirasawa 2008. Effects of soil moisture conditions before heading on growth of wheat plants under drought conditions in the ripening stage : Insufficient soil

moisture conditions before heading render wheat plants more resistant to drought during ripening. *Plant Prod. Sci.* 11 : 403 - 414.

坂井直樹・春原亘・雨宮悠・金沢晋二郎 1989. 不耕起栽培の評価 第 5 報 コムギ収量に關係する要因. *農作業研究* 24 : 39 - 46.

鳥山和伸 2001. 大区画水田における地力窒素ムラと水稻生育. *土肥誌* 72 : 453 - 458.

Relationship between the Plant Height of Wheat and Soil Water Content in Paddy Fields in the Southern Part of Ibaraki Prefecture—Results from 26 Fields— : Atsushi OYANAGI and Kentaro KAWAGUCHI (*Natl. Inst. Crop Sci., Tsukuba 305-8518, Japan*)

Abstract : We examined the soil water content and plant height of wheat cv. Norin 61 in 26 fields in Inashiki City, Chikusei City and Sakuragawa City in the southern part of Ibaraki Prefecture in Japan. A significant negative correlation was found in a 1.8 ha paddy field in Inashiki City in 2007. This negative correlation was also found in 6 out of 7 fields in other cities in 2007. The negative correlations were found in 15 fields, however, a positive correlation was found only in one out of 19 fields in 2008. The relationship between soil nutrient contents and the plant height in these fields was not clear. These results suggested that excess soil moisture limited wheat growth in many fields in Ibaraki Prefecture.

Key words : Excess-moisture injury, Upland field converted from paddy field, Wet endurance, Wheat.
