

水稲用除草剤を利用する上での 全国の水田土壌について

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
研究所

小山 豊

水稲栽培において雑草防除は非常に重要であるが、防除の中心となる技術は除草剤でありその役割は大きい。一方、除草剤の効果と水稲に対する安全性は、水稲の栽培環境により変動するが、水稲の栽培環境は日本全国で様々である。

除草剤による効果および水稲に対する安全性に及ぼす要因としては、除草剤そのものの特性はもちろんのこと、処理時の温度、水管理、土壌条件など様々である。そのうち、除草効果を左右する大きな要因の一つである水稲の移植時期と温度及びノビエの生育の地域による違いについては、すでに述べた（小山 2016）。ここではもう一つの環境要因として水稲が栽培される水田の土壌条件についてまとめた。

はじめに

一般的に、除草剤の効果と薬害は土壌条件による影響を受けることがよく知られている。例えば、水田除草剤の効果は、粘土含量、腐植含量が少ない順に高いとされている（一前から 1991）。薬害の面では、有機物含量や粘土含量が少なく、塩基置換容量（CEC）が小さく、砂質の土壌、すなわち、薬剤が吸着されにくい土壌ほど薬害が出やすい。また、水稲が浅植えされた場合や砂質土壌などで除草剤の土壌への吸着が小さい場合には、処理層が水稲の生長点に重なり薬害が発生しやすくなるとされている（行本 1985）。実際場面でも、地域の水田の

土壌条件と水田除草剤の薬害の発生の関係を明らかにし、それに対応した適正使用方法を示している事例がある（藤田 2000; 岡田 2016）。

中村（2016）は除草剤の土壌への吸着性は除草効果や作物への薬害を予測するための一つの材料と考え、土壌の吸着性を調べることにより除草剤の土壌中での挙動をとらえようとした。全国各地にある植調協会試験地や道府県の農業研究施設の土壌を収集し、水稲用並びに畑作用の数種除草剤について吸着を調べた。その結果、除草剤の種類によらず、多くの除草剤に常に強い吸着を示す土壌あるいは常に弱い吸着を示す土壌があることを明らかにした。一方では除草剤により吸着の強弱が大きく変わる土壌もあった。また、薬効薬害試験の結果と土重吸着性との関係に関連性が示唆される土壌が多数認められている。

公益財団法人日本植物調節剤研究協会（以下「植調協会」という）では、環境条件が異なる全国の道府県の試験研究機関及び当協会試験地で除草剤の適用性試験を行っており、その中で、環境条件が異なる地域や土壌条件により区分し、適用性を明らかにしている。現在、除草剤の登録要件としては、適用条件の中で適用地域、適用土壌の区分は廃止されたが、植調協会では前述のような除草剤と水稲に対する薬害に及ぼす影響から、適用土壌を砂壤土と壤土の二つに区分して判定し、地域技術指標に反映し、除草剤を使用する上での技術的な資料としている。

1. 全国の水田土壌の土性について

農林水産省の調査事業により全国で行われ作成された農耕地土壌図は 1990 年代にデジタル化され、1992 年及び 2001 年の農地の分布状況に合わせて農地土壌図が作成されている。これは土壌情報閲覧システムとして閲覧可能で、スマートフォンからも e-土壌図として GPS により現在地の土壌情報を閲覧、表示できる。その概要は「植調」49 巻 11 号にも紹介されている（高田 2016）。しかし、水田の作土について、水稲用除草剤で仕分けされている砂壤土、壤土、埴壤土などの国際土壌学会法による区分は表示されず、除草剤の適用条件を概観する上で、簡単な作土の土性の分布を簡易に表示することはできない。

植調協会は社団法人全国農業改良普及協会を通じて 1982 年に「農作物の除草に関する実態調査」を実施した。そこでは、各普及所単位で、管内の水稲栽培面積、雑草の発生面積と要防除面積、主な除草体系とその割合などを調査している。また同時に、水田作土の土性も調査している。このデータは、40 年近く前のものであり、その後、各地で圃場整備や水田の汎用利用が行われ、現在の水田土壌を正確に表しているとは言えないかもしれないが、地域のおおよその傾向はつかめるものと考えたのでここに紹介する。

全国の都道府県別の土性の分布割合

表-1 全国各都道府県の水田土壌の土性

地域	比率(%)			平成28年水田面積 (ha)	推定、砂土・砂壤土水田面積 (ha)
	砂土・砂壤土	壤土	埴壤土・埴土		
北海道	14	20	65	210,900	29,526
東北	青森	7	30	76,600	5,056
	岩手	17	45	88,300	15,011
	宮城	11	20	101,900	11,107
	秋田	13	18	124,700	16,211
	山形	11	21	89,400	9,834
	福島	23	23	95,300	21,919
北陸	新潟	16	30	142,900	22,864
	富山	28	33	54,000	15,120
	石川	23	33	33,600	7,728
	福井	15	27	35,800	5,370
関東・東山	茨城	20	39	95,900	19,180
	栃木	13	48	93,800	12,194
	群馬	21	50	25,100	5,271
	埼玉	11	47	41,100	4,521
	千葉	33	42	71,100	23,463
	東京	13	21	255	33
	神奈川	21	55	3,610	758
	山梨	30	33	7,290	2,216
	長野	28	27	46,800	13,104
東海	静岡	18	34	21,500	4,085
	岐阜	19	36	40,300	7,254
	愛知	31	36	41,200	12,772
	三重	32	29	42,900	13,728
近畿	滋賀	21	33	46,100	9,681
	京都	30	39	22,300	6,690
	大阪	42	42	8,800	3,696
	兵庫	27	43	62,400	16,848
	奈良	39	39	14,000	5,516
	和歌山	36	30	9,250	3,330
中国・四国	鳥取	31	38	21,300	6,603
	島根	40	32	27,300	10,920
	岡山	30	32	46,900	14,070
	広島	36	36	37,400	13,464
	山口	44	32	35,600	15,664
	徳島	53	27	19,400	10,282
	香川	34	47	23,700	8,058
	愛媛	30	43	21,900	6,482
九州	高知	21	36	19,900	4,179
	福岡	27	32	63,400	17,118
	佐賀	14	23	40,900	5,726
	長崎	13	25	20,400	2,652
	熊本	25	42	63,500	15,875
	大分	25	47	36,800	9,200
沖縄	宮崎	36	40	34,300	12,348
	鹿児島	50	38	35,900	17,950
沖縄	25	46	30	784	196
全国	21	33	44	2,296,000	482,160

を表-1に示した。土壌は水稲用除草剤の適用において砂壤土に区分される砂土・砂壤土、壤土さらに埴壤土・埴土に分けた。除草剤を適用する上で砂土・砂壤土水田の分布が最も重要であると考えられる。砂土・砂壤土水田の比率が最も高いのは、徳島県で53%であった。次いで、鹿児島県、山口県、島根県、大阪府、奈良県で高く、さらに宮崎県、広島県、和歌山県、香川県、千葉県、三重県、愛知県もやや高い傾向であった。一方、埴壤土・埴土の水田の比率が高いのは、秋田県、宮城県、東京都、北海道、青森県、山形県、佐賀県、長崎県などであった。砂土、砂壤土の実水田面積としては、砂土・砂壤土水田比率は必ずしも高くないが水田面積が大きい北海道、福島県、新潟県や、砂土・砂壤土水田比率が高い千葉県で2万ha以上と大きかった。

植調協会で実施している水稲除草剤適2試験の平成27年度の実施場所の土壌条件を表-2に示した。試験場所は年次により多少異なるが、平成27年度に試験が実施された場所86か所をここに示した。土質・土性、減水深、腐植含量は各道府県から報告された平成27年度の水稲除草剤適2試験成績概要に示されたものをそのまま載せたので、土壌統群名などで示されている場合もある。また、植調協会で適用性を判定する場合の土壌区分としては砂土、砂壤土を「砂壤土」とし、壤土、埴壤土、埴土を「壤土」とし2区分で示した。

日本全国様々な土壌条件において試

- 注1) 土性の比率は、1982年度に全国の農業改良普及所を通じて行った「農作物(水稲)の除草に関する実態等調査」による。
 2) その他に区分される土性があるため、合計100%とならない場合がある。
 3) 平成28年水田面積は農林水産省統計による畦畔を除く水田面積を示す。
 4) 推定、砂土・砂壤土水田面積は、平成28年水田面積と土性の比率から算出した。

表-2 表層腐植質多湿黒ぼく・埴壤土

地域	試験場所名	除草剤試験成績書における土壌の特性			植調協会適用性判定区分	
		土質・土性	減水深 (cm/日)	腐植含量 (%)		
北海道	(地独)北海道立総合研究機構 中央農業試験場	沖積・埴壤土	1.0	7.3	壤土	
	植調協会北海道試験地	沖積・埴壤土	0.5	3.5	壤土	
	(地独)北海道立総合研究機構 上川農業試験場	沖積・埴壤土	1.0	4	壤土	
	植調協会上川試験地	沖積・埴壤土	1.5	3.2	壤土	
	植調協会上川試験地	沖積・砂壤土	1.5	2.8	砂壤土	
(地独)北海道立総合研究機構 道南農業試験場	沖積・砂壤土	1.5	4	砂壤土		
東北	(地独)青森県産業技術センター 農林総合研究所	沖積・軽埴土	1.5	2.4	壤土	
	植調協会青森試験地	洪積・砂壤土	1.5	8.24	砂壤土	
	岩手県農業研究センター 技術部	淡色多湿黒ぼく土・埴壤土	1.0~1.5	6	壤土	
	岩手県農業研究センター 県北農業研究所	表層腐植質多湿黒ぼく・埴壤土	0.5~1.0	8	壤土	
	植調協会岩手県南試験地	沖積・埴壤土	1.0	3.76	壤土	
	宮城県古川農業試験場	沖積・埴壤土	0.4	4.1	壤土	
	植調協会古川試験地	沖積・軽埴土	0.5	3.37	壤土	
	秋田県農業試験場	軽埴土	1.0	6.83	壤土	
	植調協会秋田試験地	沖積・軽埴土	1.0	4.93	壤土	
	植調協会秋田湖東試験地	沖積・砂壤土	1.5	2.56	砂壤土	
	山形県農業総合研究センター 土地利用型作物部	沖積・埴壤土	0.5	—	壤土	
	山形県農業総合研究センター 水田農業試験場	沖積・埴壤土	1.0	2.9	壤土	
	福島県農業総合センター	沖積・砂壤土	0.5	1.3	砂壤土	
	植調協会福島試験地	沖積・砂壤土	0.1	6.2	砂壤土	
	北陸	新潟県農業総合研究所 作物研究センター	沖積・埴壤土	0.5~1.0	3	壤土
新潟県農業総合研究所 佐渡農業技術センター		沖積・埴壤土	1.0	3.4	壤土	
植調協会新潟試験地		沖積・埴壤土	1.0	2.5	壤土	
植調協会新潟試験地		沖積・砂壤土	1.5	1.95	砂壤土	
富山県農林水産総合技術センター		沖積・砂壤土	2.0	2.7	砂壤土	
植調協会富山試験地		沖積・砂壤土	2.0	3.4	砂壤土	
石川県農林総合研究センター		沖積・埴壤土	1.0~1.5	—	壤土	
福井県農業試験場		沖積・埴壤土	0.5~1.0	4.9	壤土	
植調協会福井試験地		沖積・軽埴土	0.5	4.4	壤土	
関東 東山		茨城県農業総合センター 農業研究所	火山灰・埴土	1.0	—	壤土
	植調協会研究所牛久園場	火山灰・埴壤土	0.5	8.76	壤土	
	植調協会研究所竜ヶ崎園場	沖積・軽埴土	0.5	3.39	壤土	
	栃木県農業試験場	火山灰・埴壤土	1.0	—	壤土	
	埼玉県農業技術研究センター	沖積・埴壤土	1.5	1.4	壤土	
	千葉県農林総合研究センター 水稲・畑地園芸研究所稲温暖化対策研究室	沖積・埴土	0.5	4.6	壤土	
	千葉県農林総合研究センター 水稲・畑地園芸研究所水田利用研究室	沖積・砂壤土	1.0	1.58	砂壤土	
	植調協会研究所千葉支所	沖積・軽埴土	0.5	3.54	壤土	
	植調協会研究所千葉支所 草深園場	沖積・埴質砂土	0.7	1.18	砂壤土	
	神奈川県農業技術センター	沖積・埴土	2.0	3	壤土	
	山梨県総合農業技術センター	沖積・砂壤土	1.6	1.83	砂壤土	
	長野県農業試験場	沖積・埴壤土	1.0	2.9	壤土	
	東海	静岡県農林技術研究所	灰色低地土・埴壤土	0.5	—	壤土
		岐阜県農業技術センター	沖積・埴壤土	0.8	3.61	壤土
		三重県農業研究所	沖積・埴壤土	1.0	4.64	壤土
三重県農業研究所 伊賀農業研究室		沖積・埴壤土	0.5	2.1	壤土	
近畿	滋賀県農業技術振興センター	沖積・軽埴土	0.5	3.6	壤土	
	植調協会滋賀試験地	黒ぼく土・埴土	1.0	4.99	壤土	
	京都府農林水産技術センター	新洪積・埴土	0.5	—	壤土	
	京都府農林水産技術センター 丹後農業研究所	沖積・砂壤土	0.7	2.9	砂壤土	
	植調協会京都試験地	沖積・軽埴土	0.7	3.3	壤土	
	(地独)大阪府立環境農林水産総合研究所	洪積・埴壤土	1.0	2.22	壤土	
	兵庫県農林水産技術総合センター	埴壤土	1.0	—	壤土	
	植調協会兵庫試験地	沖積・埴壤土	0.5	2.84	壤土	
	奈良県農業研究開発センター	沖積・埴土	0.5	—	壤土	
	植調協会奈良試験地	沖積・埴土	0.5	2.72	壤土	
和歌山県農林水産総合技術センター	沖積・埴壤土	1.0	2.8	壤土		
中国 ・ 四国	鳥取県農林総合研究所	沖積・埴壤土	1.0	2.4	壤土	
	島根県農業技術センター	低地造成土・埴壤土	1.0	1.9	壤土	
	岡山県農林水産総合センター	沖積・埴土	1.5	3	壤土	
	植調協会岡山試験地	沖積・埴壤土	0.6	4.5	壤土	
	広島県農業技術センター	沖積・砂壤土	1.0	5.51	砂壤土	
	植調協会広島試験地	沖積・砂壤土	0.5	2.3	砂壤土	
	山口県農林総合技術センター	沖積・砂壤土	1.1	—	砂壤土	
	植調協会山口試験地	沖積・砂壤土	0.4	—	砂壤土	
	植調協会山口阿東試験地	沖積・砂壤土	0.5	2.45	砂壤土	
	徳島県立農林水産総合技術支援センター	埴壤土	0.5	—	壤土	
	香川県農業試験場	沖積・埴土	0.5	2.6	壤土	
	愛媛県農林水産研究所	沖積・埴土	0.8	2.4	壤土	
	植調協会愛媛試験地	沖積・埴壤土	0.5	2.05	壤土	
	高知県農業技術センター	沖積・埴壤土	1.0	4.1	壤土	
	九州	福岡県農林業総合試験場	灰色低地土・砂壤土	1.4	3.13	砂壤土
福岡県農林業総合試験場 豊前分場		沖積・軽埴土	1.5	40	壤土	
福岡県農林業総合試験場 筑後分場		沖積・軽埴土	0.5	—	壤土	
植調福岡試験地		沖積・軽埴土	0.5	4.25	壤土	
佐賀県農業試験研究センター 作物部		細粒灰色低地土・埴土	1.1	3.1	壤土	
佐賀県農業試験研究センター 三瀬分場		花崗岩・砂壤土	2.0	3	砂壤土	
長崎県農林技術開発センター		沖積・埴土	1.0	—	壤土	
熊本県農業研究センター 作物研究室		黒ぼく土・埴土	1.4	11	壤土	
熊本県農業研究センター 作物研究室矢部試験地		黒ぼく土・埴壤土	1.5	—	壤土	
熊本県農業研究センター 高原農業研究所		淡色多湿黒ぼく土・砂壤土	1.5	3	砂壤土	
植調熊本試験地		黒ぼく土・埴壤土	1.5	9.9	壤土	
大分県農林水産研究指導センター		沖積・埴壤土	1.0	2.1	壤土	
宮崎県総合農業試験場		沖積・埴壤土	1.0	4	壤土	
鹿児島県農業開発総合センター		灰色低地土・砂壤土	1.2	3.6	砂壤土	
鹿児島県農業開発総合センター 熊毛支場		沖積・埴土	1.5	5.6	壤土	
植調鹿児島試験地	シラス質・砂壤土	0.9	0.81	砂壤土		

注1) 水稲除草剤適2試験の移植栽培一発処理剤試験圃場の作土の土壌条件を、平成27年度試験概要書から抜きだした。
 2) 土質・土性は各試験場所の表現をそのまま記載した。土壌群名や土壌統群名を表示している場合もある。

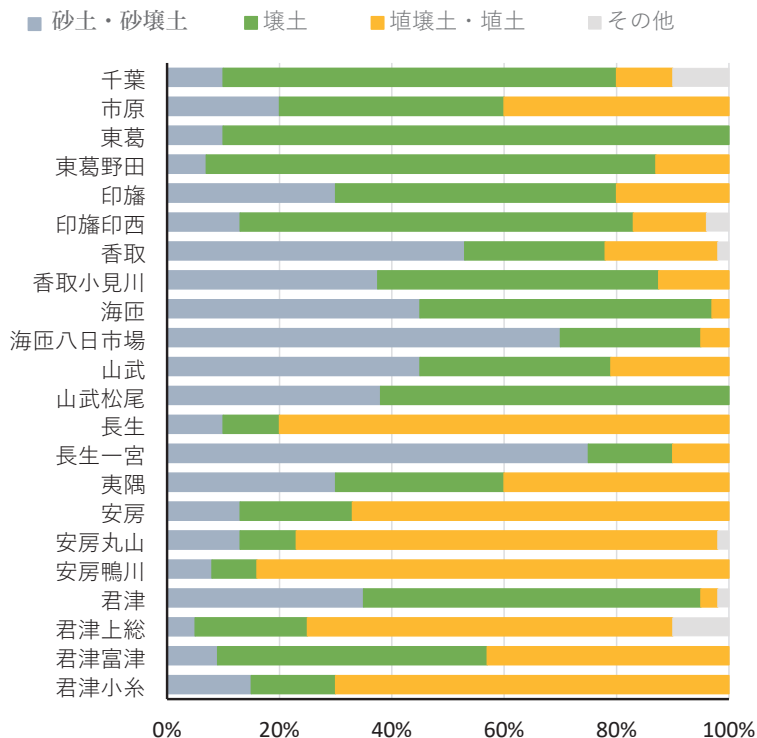


図-1 千葉県水田土壌作土の土性分布

注1) 土性の比率は、1982年度に全国の農業改良普及所を通じて行った「農作物(水稲)の除草に関する実態等調査」による。
 2) その他に区分される土性があるため、合計100%とならない場合がある。

験が実施され、壤土に区分される土壌条件の試験場所でも多くの試験を行っているが、平成27年度の場合、全国86か所のうち約1/3の23か所で砂壤土に分類される土壌で試験を行っている。それぞれの地域で必ず数か所の砂壤土に区分される試験場所を設けるようにして、土壌条件の変化に対応した適用性を明らかにしている。砂壤土水田の比率が高い鹿児島県、山口県、広島県、千葉県等の試験場所でも砂壤土の試験を実施し、技術的に対応している。

2. 千葉県の事例で見る水田の土性分布の特徴と雑草防除に対する対応

先に述べたように、1982年に植調協会が実施した調査では、各道府県の普及所単位の土性のデータもある。そこで、一つの事例として、千葉県内の

水田土壌の土性分布について取りまとめた。

水田土壌の土性分布を千葉県について普及所毎に整理したのが図-1である。千葉県は砂質土水田(砂土, 砂壤土)の比率が33%と高い(表-1)。とくに、長生一宮、海匝八日市場、海匝、山武、山武松尾、では九十九里沿岸の砂質土水田が多い地帯である。また、香取、香取小見川は利根川沿いの砂質土水田が多い地帯である。一方、安房、安房丸山、夷隅、安房鴨川、君津上総、君津富津、君津小糸、長生は房総半島の南部に位置し、埴壤土から埴土の水田の比率が高い粘質土水田が多い地帯である。図-2は千葉県の現在の行政区分図にこれらの水田土壌の特性を書き加えたものである。1982年当時の普及所の区分とは異なっているが、砂質土水田が多い地域を○で示し、粘質土水田が多い地域を○で示した。

これらの土性の違いは水稲栽培にも影響し、利根川沿いや九十九里沿岸の砂質土水田では、代かき後水稲の移植に適した田面の硬さになる、いわゆる「いつき」が早い、代かきから田植えの間隔が2~3日と短く、反対に南房総地域の粘質土水田では代かき後土壌が落ち着くのに時間がかかるため、代かきから田植えまで7日~10日あける必要があるといわれていた。このことは除草剤の使用にも影響を及ぼしている。1980年代は初期剤はノビエに対する殺草限界葉令が小さかったこともあり、水稲における除草剤の使用は初期剤と中期剤の2回の除草剤を組み合わせ処理するのが主体であった。初期剤の使用時期は砂質土水田や壤質土水田では、代かき後の日数が経過していないため、移植後の処理で安定して効果があった。しかし、粘質土水田では代かきから移植までの期間が長い、移植後の初期剤処理では処理適期を失ってしまう場合があり、田植え前に除草剤の処理が行われる場合が多かった。このような地域では、当時市販されていた代かき同時施用の乳剤の普及率が高かった。現在は、圃場整備が進み水田が大区画化され、作業の受委託が進み、経営規模が大きくなっている中で、作業効率が優先される作業管理になってきており、砂質土水田地帯でも代かきから移植の期間が長くなる場合もある。また、一方では除草剤の開発が進み高葉令のノビエに効果が高い除草剤が多くなり、前述のような傾向は縮小されていることが

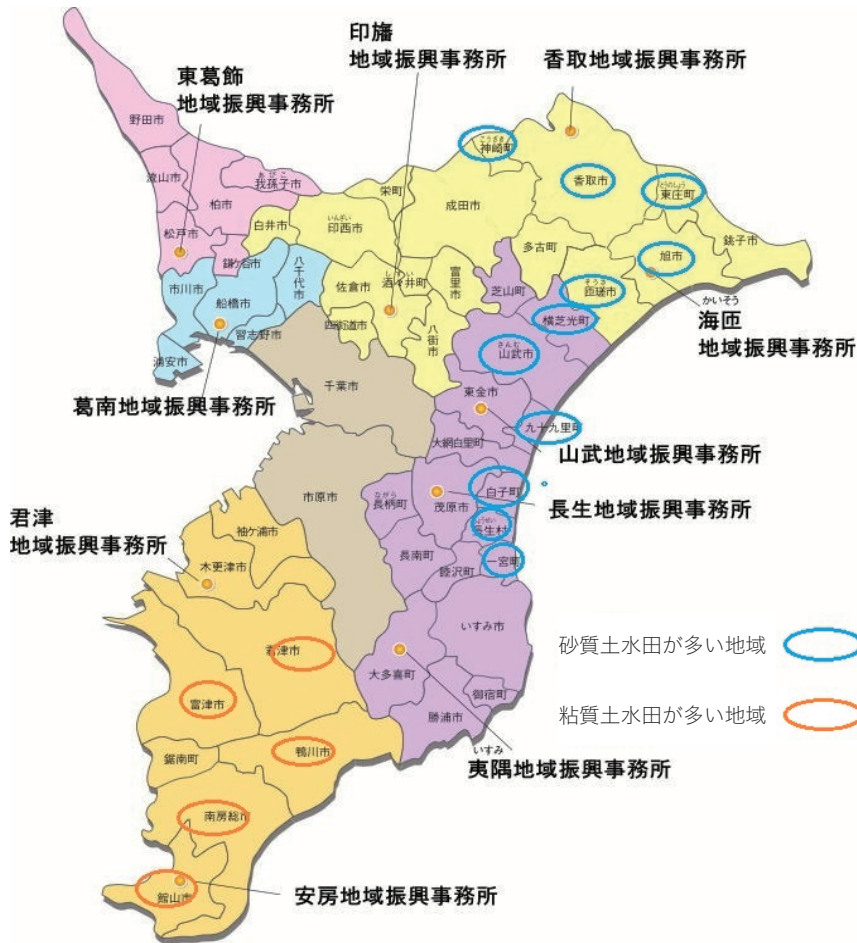


図-2 千葉県の行政区分と砂質土水田，粘質土水田の多い地域

感じられる。なお、粘土質水田が多い南総地域の水田では、現在でも初期除草剤の普及率が比較的高いとされている。

おわりに

地域による土性分布の違いを把握することは除草剤の適用条件を生かした普及のためには重要であると考えられる。

ここでは千葉県の事例を紹介した

が、各地域でこのような地域による土性等の水田条件の違いとそれに対応した技術対策が立てられているものと考えられる。一つの例として、砂土・砂壤土水田が34%と高い香川県では、県の農業試験場で「砂壤土水田の除草剤の水稲に及ぼす影響の解明と適正使用に関する研究」を行い、県内の技術指導に役立てている(藤田 2000)。

現在、水稲除草剤の適用表では地域性や土壌条件による区分が表示されていないが、地域や土壌条件により除草

効果や水稲に対する影響に違いがあるため、植調協会における適用性判定は地域性や土壌条件別に行って地域技術指標を作成している。

謝辞

本報のとりまとめに当たり、ご指導、ご助言をいただいた千葉県農林総合研究センターの方々に感謝申し上げます。

引用文献

- 行本峰子・浜田慶二 1985. 作物の薬害. 全国農村教育協会, 東京, pp.144-146.
- 一前宣正ら 1991. 数種水田除草剤におけるフロアブル剤と粒剤の除草効果に及ぼす土壌の種類, 湛水深, 漏水および温度の影響. 雑草研究 36, 338-342.
- 藤田 究 2000. 砂壤土水田における土壌処理型除草剤の水稲に及ぼす形態的影響の解明と適正使用に関する研究. 香川県農試研報 53, 1-66.
- 高田裕介 2016. 土壌情報閲覧システムとe-土壌図. 植調 49, 346-350.
- 小山 豊 2016. 水稲移植時期の温度条件の地域差とノビエの生育速度の違い. 植調 50, 231-237.
- 中村直紀 2016. 全国の試験圃場での除草剤の土壌吸着. 植調 49, 358-361.
- 岡田 真 2016. 栃木県における黒ボク土での水田除草剤の普及. 植調 49, 362-364.