

## ニホンナシ ‘豊水’ のみつ症発生園土壌の実態

折本 善之・佐久間文雄\*

キーワード：ニホンナシ, 豊水, みつ症, 土壌群, 土壌物理性, 土壌化学性, 根活性

Influence of the Soil Conditions on the Occurrence of Watercore  
in Japanese Pear cv. ‘Hosui’

Yoshiyuki Orimoto and Humio Sakuma

### Summary

In order to study the influence of soil conditions on the occurrence of watercore in Japanese pear cv. ‘Hosui’, 102 orchards were selected in the southern and western districts of Ibaraki prefecture. Based on the observations of agricultural extension instructors and farmers, the orchards were divided into 2 groups - 47 where watercore was frequently observed and 55 where it was hardly ever observed. The soil in these orchards were categorized into 6 groups, based on soil type, Andosols, Brown Forest, Gray Upland, Red, Gray Lowland and Muck. The number of orchards where watercore was frequently observed, was higher in the Andosols group in comparison to the other soil groups. The physical and chemical properties of the soils and root activity of the pear trees were also investigated. But there was no notable difference in these factors in either of the two orchard groups.

---

\*現 茨城県農業総合センター下館地区農業改良普及所

## I. 結 言

茨城県内における、ニホンナシ‘豊水’（以下豊水とする）の栽培面積は569haで、全体の約35%を占め（1）、幸水に次ぐ主力品種となっている。豊水は極めて品質の優れた品種であるが、みつ症が発生しやすい問題を抱えている。ニホンナシのみつ症は、リンゴのみつと同様みつ部にソルビトールの蓄積が認められるが、リンゴとは異なり細胞の崩壊が著しく（2）、発生した果実は商品価値がない。夏期の低温はみつ症の発生を助長し、さらに熟度の進んだ果実ほど発生が多いとされている（3, 4, 5, 6）。したがって、冷夏の年でみつ症の多発が予想される場合、例年よりも早期に果実を収穫する事が、対策としてとられてきたため果実品質の低下をきたしている。また、近年カルシウム剤（7, 9, 10）、ジベレリン生合成阻害剤PP-333（8, 11）等による防止効果の検討が進められているが、発生の実態やメカニズムについては、依然として不明な点が多く、安定した防止技術を確立するまでには至っていない。筆者らはみつ症防止対策の一環として、土壤とみつ症発生との関係について、実態調査を行なった。その結果若干の知見が得られたので報告する。

## II. 調 査 方 法

### 1. 調査園の選定

県下でみつ症の多発が問題となった1988年の発生状況から、ナシの主要産地である県南、県西部において、地区農業改良普及員および栽培者の観察に基づき、平年に比較し著しく発生が多かった園を多発園、同年同様発生が少なかった園を少発園とし、9市町村（土浦・石岡・八郷・出島・千代田・新治・下館・下妻・関城）から計102園を調査園として選定した。その際、土壤の種類は考

慮しなかった。

### 2. 土壤調査の方法

1988年10月11日～21日に土壤調査を実施した。調査は園内の中庸な1樹を選定し、樹幹から約1.5 mの位置に試坑を掘り、断面調査後、層位別に三相分布測定用試料を採取し、また、樹幹の周囲3か所から0～20, 20～40cmの層位別に化学分析用試料を採取した。その際、根も採取し、根活性を測定した。

### 3. 測定・分析方法

#### 1) 土壤理化学性

三相分布は実容積法、土壤pHはガラス電極法、可吸態リン酸はトルオーグ法、交換性カルシウム、マグネシウム、カリウムは原子吸光法で測定した。

#### 2) 根の活性

根の活性はエスキュリン酸化力測定法（16）により測定した。測定は、採取した根を流水で十分に洗浄し、当日のうちに直径0.5mm以下の細根を新鮮重で1g採取し、約2cmの長さに切断して、100mlの三角フラスコに入れ、60mlの20ppmエスキュリン溶液を加え、根を完全に浸漬した状態でゴム栓をし、暗所に室温で13時間静置した後、ブランクとともにエスキュリンの比色定量（337.5nm）を行なった。測定値とブランク値との差を求め、酸化消費されたエスキュリン量を算出した。

## III. 結果および考察

### 1. 調査園の土壤

調査を実施した102カ所のナシ園を、「地力保全基本調査」の分類基準により土壤群別に分類して表1に示した。

調査園の土壤は黒ボク土、褐色森林土、灰色台地土、赤色土、灰色低地土、黒泥土の6の土壤群に類別され、このうち黒ボク土が全体の84%を占め、次に灰色低地土が多く、これ以外のものは1

表1 土壌群とみつ症（カ所(%)）

土壌群	多発圃	少発圃	合計
黒ボク土	46(54)	39(46)	85(100)
褐色森林土	0(0)	1(100)	1(100)
灰色台地土	0(0)	1(100)	1(100)
赤色土	0(0)	1(100)	1(100)
灰色低地土	0(0)	12(100)	12(100)
黒泥土	1(50)	1(50)	2(100)
合計	47(46)	55(54)	102(100)

～2カ所で僅かであった。

みつ症発生の多少と土壌群との関係についてみると、多発圃は1カ所が黒泥土であった他はすべて黒ボク土であった。少発圃の場合は55圃中39圃が黒ボク土であり、ついで12圃が灰色低地土であった。その他褐色森林土、灰色台地土、赤色土、黒泥土はそれぞれ1圃であった。

以上のようにみつ症は黒ボク土で発生しやすく、灰色低地土など黒ボク土以外の土壌ではみつ症の発生は少ないといえる。これらの傾向は石塚ら(12)の報告とも一致した。しかし、一方で土壌の種類とみつ症との関連性が認められなかったとの報告もある(13, 14)。

黒ボク土以外の黒泥土、褐色森林土、灰色台地土、赤色土については調査圃が少なく、これら土壌とみつ症発生の関係についてさらに検討する必要がある。

## 2. 土壌の理化学性の実態

### 1) 土壌の物理性

みつ症多発圃、少発圃の土壌物理性をそれぞれ表2, 3に示した。

調査点数の多い黒ボク土についてみると、1層目の厚さはみつ症発生の多少に関わらず概ね30cm前後であった。また、みつ症少発圃に比較的多くみられた灰色低地土の場合は25cm前後となり、黒

ボク土に比べて浅いことが認められた。つぎに、土層1m以内にローム層(7.5YR4/4以上の明度)の出現する土壌については、多発圃46圃場中29圃場で、その出現位置の平均は41cmであった。同じく少発圃は40圃場中29圃場ありローム層出現位置の平均は40cmで多発圃と同等で、ローム層の出現位置とみつ症の多少との関係は認められなかった。

土性は、黒ボク土は多発圃ならびに少発圃ともに、1層は壤土(以下Lと略)が多く、2層はLまたは埴壤土(以下CLと略)であった。黒ボク土以外の黒泥土(多発圃)は1層がCL、2層が軽埴土(以下LiCと略)であった。少発圃にみられた褐色森林土は1・2層とも微砂質埴壤土(以下SiCLと略)であり、灰色台地土は1層目砂質埴壤土、2層目砂質壤土、赤色土は1・2層ともLiCであった。さらに、少発圃に黒ボク土に次いで多くみられた灰色低地土では、県内の同種の土壌で多くみられるように、SiCLが大部分を占めた。

硬度は、多発圃の黒ボク土についてみると、1層目は8～25mmの範囲に分布し、平均値は17mmであった。少発圃は4～22mmで、平均値は16mmで多発圃と同等であった。2層は多発圃が11～24mm、平均値は17mmであり、少発圃は10～24mm、平均値は17mmで1層と同様両圃に大差は認められなかった。多発圃の黒泥土は、1・2層とも13mmであり、少発圃は1層が18mm、2層が16mmで多発圃に比較して硬度が高かった。つぎに、少発圃でのみみられた、褐色森林土は1層が11mm、2層が15mmであり、灰色台地土は1層が21mm、2層が18mm、赤色土は1層が9mm、2層が23mmで黒ボク土少発圃でみられた値の範囲以内であった。少発圃で、黒ボク土について多かった灰色低地土の硬度は、1層で10～24mmの範囲に分布し、平均値は16mmであった。2層は11～25mmで、平均値は19mmであり、1・2層とも黒ボク土少発圃の値と同等であった。

以上のことから、土壌の硬度がみつ症発生の要

因にはなり得ないことが認められる。

三相分布は、多発園の黒ボク土についてみると、1層目の固相率は21.7～45.3%の範囲に分布し、平均値は32.1%であった。少発園は23.4～57.9%で、多発園に比較し分布範囲が広いものの、平均値は33.2%で多発園と同等であった。2層は多発園が10.9～34.0%、平均値は23.6%で、少発園は12.0～44.6%、平均値24.6%であり、多発園に比較し、やや固相率が高かった。

つぎに、黒ボク土多発園の1層目の液相率は、35.8～65.2%の範囲に分布し、平均値は46.9%であった。少発園は35.1～60.1%で、平均値は48.0%であり、多発園に比較し、やや液相率は高かった。2層は多発園が37.5～75.2%の範囲に分布し、平均値は49.1%であった。少発園は36.4～69.2%で、平均値は50.8%であり、多発園と大差なかった。

黒ボク土多発園の1層目の気相率は、3.5～37.5%の範囲に分布し、平均値は21.0%であった。同じく少発園は、3.0～33.0%で、平均値は18.7%であり、多発園に比較し、やや気相率は低かった。2層も多発園が4.0～36.5%、平均値27.3%、少発園は3.0～38.5%、平均値24.6%で、少発園がやや低かった。

黒泥土についてみると、多発園の1層目の固相率は32.1%、2層は41.2%で、同じく少発園は2層のみであるが47.2%であった。多発園1層の液相率は56.7%、2層は58.3%で、少発園は2層のみであるが、49.1%であった。多発園1層の気相率は5.5%、2層は0.5%で、少発園は2層のみであるが3.1%であった。

少発園でのみみられた褐色森林土、灰色台地土、赤色土、灰色低地土については、褐色森林土は、1層の固相率が35.2%、2層は32.4%、1層の液相率は43.3%、2層は39.6%、1層の気相率は21.5%、2層は28.5%であった。

灰色台地土は、1層の固相率が58.3%、2層は45.8%、1層の液相率は32.2%、2層は24.2%、1層の気相率は9.5%、2層は30.0%であった。

赤色土は、1層の固相率が46.7%、2層は52.4%、1層の液相率は45.8%、2層は45.6%、1層の気相率は7.5%、2層は2.0%であった。

灰色低地土は、1層の固相率が38.9～57.5%の範囲に分布し、平均値は46.7%で、2層は26.5～54.8%、平均値44.6%であった。同じく液相率は1層が36.5～53.5%、平均値44.2%、2層は27.5～54.9%、平均値42.8%、1層の気相率は0.5～21.0%、平均値9.0%、2層は3.0～30.5%、平均値12.6%であった。

上記の褐色森林土、灰色台地土、赤色土、灰色低地土の三相分布は、ほぼ、黒ボク土少発園の範囲以内であったが、平均値を比較すると、これら4土壌群は黒ボク土少発園よりも固相率が高く、液相率、気相率が低い傾向がみられた。

以上のように土壌の1層の厚さ、ロームの出現位置、土性、硬度は、多発園と少発園に大差なく、みつ症発生の多少との関係は明かではなかった。三相分布は、黒ボク土多発園は少発園に比較し、やや固相率が低く、気相率が高かった。また、少発園でのみみられた褐色森林土、灰色台地土、赤色土、灰色低地土はさらに、黒ボク土少発園よりも固相率が高く、気相率が低い傾向がみられたが、測定値が広い範囲に分布しており、みつ症発生との関係は明かではなかった。

## 2) 土壌の化学性

みつ症多発園および少発園の土壌の化学性について表4、5に示した。分析・測定項目別に以下に述べる。

pH: 多発園の黒ボク土についてみると、1層目のpHは4.4～6.4の範囲に分布し、平均値は5.5であった。少発園は4.3～6.5で、平均値は5.6で多発園と同等であった。2層は多発園が4.1～6.3、

表2 みつ症多発園の土壌物理性

土壌群	園No.	所在地	層位 (cm)	土色	土性	硬度 (mm)	土壌三相 (%)			孔隙率 (%)
							固相	液相	気相	
黒ボク土	1	新治村	0-25	7.5YR3/2	L	21	36.9	37.8	25.3	63.1
			25-	7.5YR3/2	L	14	30.2	43.3	26.5	68.8
	2	新治村	0-30	10YR2/2	CL	12	32.9	62.1	5.0	67.1
			30-40	10YR4/4	CL	14	20.8	75.2	4.0	79.2
	3	新治村	0-30	7.5YR3/2	L	21	-	-	-	-
			30-60	7.5YR3/2	L	15	19.4	57.6	23.0	80.6
			60-75	7.5YR3/3	L	18	20.6	58.4	21.0	79.4
	4	土浦市	75-	7.5YR4/6	CL	16	29.3	63.2	7.5	70.7
			0-10	7.5YR3/3	CL	22	30.1	56.9	13.0	69.9
			10-25	7.5YR4/6	CL	20	21.5	50.5	28.0	78.5
	5	出島村	25-	7.5YR4/3	CL	22	24.1	53.4	22.5	75.9
			0-18	7.5YR4/3	CL	14	22.4	44.1	33.5	77.6
	6	出島村	18-	7.5YR4/6	CL	18	17.4	49.1	33.5	82.6
			0-20	7.5YR3/2	L	20	30.2	47.8	22.0	69.8
	7	出島村	20-55	7.5YR2/3	L	12	16.9	46.6	36.5	83.1
			55	7.5YR4/6	CL	18	16.8	53.7	29.5	83.2
			0-10	7.5YR3/2	L	8	33.6	42.4	24.0	66.4
	8	出島村	35-10	7.5YR3/2	L	14	30.5	37.5	32.0	69.5
			35-	7.5YR4/6	CL	14	17.6	48.4	34.0	82.4
			0-25	7.5YR2/2	L	19	33.2	44.8	22.0	66.8
9	出島村	25-65	7.5YR2/2	L	15	28.6	42.4	29.0	71.4	
		65-	7.5YR4/4	CL	16	16.8	49.7	33.5	83.2	
		0-10	7.5YR4/4	CL	21	21.7	49.3	29.0	78.3	
10	千代田町	10-	7.5YR4/6	CL	21	16.3	56.7	27.0	83.7	
		0-45	7.5YR4/4	CL	17	34.6	49.9	15.5	65.4	
11	千代田町	45-	7.5YR4/4	CL	19	28.5	46.5	25.0	71.5	
		0-18	7.5YR4/3	CL	10	35.8	52.7	11.5	64.2	
12	千代田町	18-	7.5YR4/6	CL	16	20.9	48.6	30.5	79.1	
		0-15	7.5YR3/3	CL	15	33.6	47.4	19.0	66.4	
13	千代田町	15-	7.5YR4/6	CL	18	22.1	45.4	32.5	77.9	
		0-25	7.5YR3/2	L	18	27.6	44.4	28.0	72.4	
14	千代田町	25-	7.5YR3/4	CL	18	21.6	44.9	33.5	78.4	
		0-25	7.5YR3/2	L	16	29.4	43.6	27.0	70.6	
		25-50	7.5YR4/6	CL	14	26.5	40.5	33.0	73.5	
15	石岡市	50-	7.5YR4/6	CL	16	22.2	46.8	31.0	77.8	
		0-43	7.5YR3/3	CL	12	33.3	51.8	15.0	66.7	
16	石岡市	43-	7.5YR5/6	CL	16	22.4	52.6	25.0	77.6	
		0-55	7.5YR3/2	CL	25	45.3	46.2	8.5	54.7	
17	石岡市	55-75	7.5YR2/1	CL	15	34.0	48.5	17.5	66.0	
		75-	7.5YR5/6	LiC	13	43.8	52.2	4.0	56.2	
		0-45	7.5YR3/2	L	15	36.8	45.2	18.0	63.2	
18	石岡市	45-	7.5YR4/4	CL	14	20.9	46.6	32.5	79.1	
		0-15	7.5YR3/4	CL	15	31.2	48.3	20.5	68.8	
19	八郷町	15-	7.5YR4/6	CL	21	24.6	52.9	22.5	75.4	
		0-23	7.5YR2/1	L	17	36.2	45.3	18.5	63.8	
		23-58	7.5YR2/1	L	12	26.9	39.1	34.0	73.1	
20	八郷町	58-	7.5YR4/4	CL	17	21.6	49.9	28.5	78.4	
		0-15	7.5YR2/1	L	18	30.9	43.1	26.0	69.1	
		15-50	7.5YR2/1	L	14	26.0	39.1	35.0	74.0	
			50-	7.5YR1.7/1	LiC	19	22.4	45.1	32.5	77.6

土壌群	園No.	所在地	層位 (cm)	土色	土性	硬度 (mm)	土壌三相 (%)			孔隙率 (%)
							固相	液相	気相	
黒ボク土	21	八郷町	0-18	7.5YR2/2	L	11	-	-	-	-
			18-45	7.5YR3/2	L	16	23.9	46.1	30.0	76.1
	22	下妻市	45-	7.5YR4/6	CL	17	21.3	51.2	27.5	78.7
			0-30	7.5YR3/2	L	18	38.6	43.4	18.0	61.4
	23	下妻市	30-	7.5YR4/4	CL	22	31.9	48.6	19.5	68.1
			0-20	7.5YR3/2	L	21	45.0	43.5	11.5	55.0
	24	下妻市	20-36	7.5YR3/2	L	18	28.4	45.1	26.5	71.6
			36-	7.5YR4/4	CL	21	27.0	51.0	22.0	73.0
			0-28	7.5YR3/2	L	19	39.5	46.0	14.5	60.5
	25	下妻市	28-	7.5YR4/4	CL	23	22.1	48.4	29.5	77.9
			0-25	7.5YR2/2	L	21	36.2	46.3	17.5	63.8
	26	下妻市	25-	7.5YR4/4	CL	21	25.9	52.6	21.5	74.1
			0-40	7.5YR3/2	L	16	37.8	46.2	16.0	62.2
	27	下妻市	40-60	7.5YR3/3	CL	24	26.2	48.3	25.5	73.8
			60-	7.5YR4/6	CL	21	18.8	60.7	20.5	81.2
			0-50	7.5YR3/2	L	20	43.0	50.0	7.0	57.0
	28	下妻市	50-	7.5YR3/2	L	16	26.5	46.5	27.0	73.5
			0-35	7.5YR3/2	L	19	34.3	47.2	18.5	65.7
	29	下妻市	35-	7.5YR4/6	CL	18	24.9	58.6	16.5	75.1
			0-45	7.5YR3/2	L	12	23.3	50.7	26.0	76.7
	30	下妻市	45-	7.5YR5/6	CL	14	10.9	55.1	34.0	89.1
			0-25	7.5YR3/2	L	15	28.3	54.2	17.5	71.7
	31	下館市	25-45	7.5YR3/2	L	12	20.7	49.8	29.5	79.3
			45-	7.5YR4/6	CL	18	25.1	53.4	21.5	74.9
			0-60	7.5YR3/2	L	19	26.7	60.8	12.5	73.3
	32	下館市	60-110	7.5YR3/2	L	15	21.0	63.0	16.0	79.0
			110-	7.5YR5/6	CL	19	23.9	74.1	2.0	76.1
	33	下館市	0-45	7.5YR3/2	L	18	31.3	65.2	3.5	68.7
			45-	7.5YR4/6	CL	21	18.2	58.3	23.5	81.8
	34	下館市	0-75	7.5YR2/2	L	15	35.2	40.8	24.0	64.8
			75-	7.5YR3/3	CL	13	28.0	49.5	22.5	72.0
	35	下館市	0-35	7.5YR3/3	L	14	29.9	38.1	32.0	70.1
			35-	7.5YR4/6	CL	18	22.7	54.8	22.5	77.3
	36	下館市	0-15	7.5YR3/2	L	10	29.5	42.5	28.0	70.5
			15-30	7.5YR3/2	L	15	27.1	41.4	31.5	72.9
			30-	7.5YR4/6	CL	16	17.5	46.0	36.5	82.5
	37	下館市	0-18	10YR2/2	L	13	28.9	41.6	29.5	71.1
			60-80	10YR3/3	CL	16	15.7	55.8	28.5	84.3
			80-	10YR4/6	CL	18	19.3	62.7	18.0	80.7
	38	下館市	0-18	7.5YR2/3	L	20	28.9	39.6	31.5	71.1
18-55			7.5YR2/3	L	16	23.4	46.1	30.5	76.6	
55-			7.5YR4/6	CL	19	20.8	44.2	35.0	79.2	
39	下館市	0-55	7.5YR2/3	L	16	31.3	58.7	10.0	68.7	
		55-	7.5YR4/6	CL	19	18.5	50.5	31.0	81.5	
40	下館市	0-40	7.5YR3/2	L	14	24.1	38.9	37.0	75.9	
		40-80	7.5YR3/2	L	16	15.8	52.7	31.5	84.2	
		80-	7.5YR4/6	CL	16	-	-	-	-	
40	下館市	0-23	7.5YR2/2	L	14	26.7	47.3	26.0	73.3	
		23-67	7.5YR2/2	L	17	26.3	45.7	28.0	73.7	
			67-	7.5YR2/3	L	19	19.3	58.7	22.0	80.7

土壌群	園No.	所在地	層位 (cm)	土色	土性	硬度 (mm)	土壌三相 (%)			孔隙率 (%)	
							固相	液相	気相		
黒ボク土	41	下館市	0-20	7.5YR2/2	L	18	22.0	47.5	30.5	78.0	
			20-45	7.5YR3/3	L	11	21.7	46.8	31.5	78.3	
			45-	7.5YR4/6	CL	18	18.9	48.6	32.5	81.1	
	42	下館市	0-20	7.5YR3/2	L	13	26.4	48.1	25.5	73.6	
			20-40	7.5YR3/2	L	16	25.2	46.3	28.5	74.8	
	43	関城町	0-33	7.5YR3/2	L	14	30.9	40.6	28.5	69.1	
			33-	7.5YR5/6	CL	16	24.4	45.1	30.5	75.6	
	44	関城町	0-36	7.5YR3/2	CL	22	30.2	35.8	34.0	69.8	
			36-	7.5YR3/2	CL	23	34.0	39.5	26.5	66.0	
	45	関城町	0-38	7.5YR3/2	L	18	31.2	40.3	28.5	66.8	
			38-	7.5YR4/4	CL	19	22.6	41.4	36.0	77.4	
	46	関城町	0-65	7.5YR3/2	L	19	36.0	48.5	15.5	64.0	
			65-	7.5YR4/6	CL	19	24.2	60.8	15.0	75.8	
	1層	平均値					17	32.1	46.9	21.0	67.9
		標準偏差					4	5.6	6.5	8.3	5.6
		変動係数					23	17.5	13.9	39.7	8.3
最大値						25	45.3	65.2	37.0	78.3	
最小値						8	21.7	35.8	3.5	54.7	
2層	平均値					17	23.6	49.1	27.3	76.4	
	標準偏差					3	4.9	7.2	6.4	5.0	
	変動係数					19	20.8	14.6	23.6	6.5	
	最大値					24	34.0	75.2	36.5	89.1	
	最小値					11	10.9	37.5	4.0	66.0	
黒泥土	47	千代田町	0-55	2.5Y3/2	CL	13	37.8	56.7	5.5	62.2	
			55-	N1.5/0	1iC	13	41.2	58.3	0.5	58.8	
全体	1層	平均値				17	32.2	47.1	20.7	67.8	
		標準偏差				4	5.6	6.6	8.6	5.6	
		変動係数				23	17.4	14.0	41.5	8.3	
		最大値				25	45.3	65.2	37.0	78.3	
		最小値				8	21.7	35.8	3.5	54.7	
	2層	平均値					17	24.0	49.3	26.7	76.0
		標準偏差					3	5.5	7.2	7.5	5.5
		変動係数					19	22.9	14.6	28.0	7.3
		最大値					24	41.2	75.2	36.5	89.1
		最小値					11	10.9	37.5	0.5	58.8

表3 みつ症少発園の土壤物理性

土壤群	園No.	所在地	層位 (cm)	土色	土性	硬度 (mm)	土壤三相 (%)			孔隙率 (%)
							固相	液相	気相	
黒ボク土	1	新治村	0-12	7.5YR3/2	L	6	37.7	45.8	16.5	62.3
			12-32	7.5YR3/2	L	19	28.8	39.7	31.5	71.2
			32-56	7.5YR3/2	L	15	18.0	50.5	31.5	83.0
			56-	7.5YR4/4	CL	19	-	-	-	-
	2	新治村	0-40	7.5YR2/2	L	19	28.3	52.2	19.5	71.7
			40-	7.5YR3/1	CL	21	23.9	63.6	12.5	76.1
	3	出島村	0-20	7.5YR3/3	CL	18	26.7	48.8	24.5	73.3
			20-	7.5YR4/6	CL	18	16.9	48.1	35.0	83.1
	4	出島村	0-20	7.5YR2/3	L	14	25.9	46.1	28.0	74.1
			20-55	7.5YR2/3	L	18	19.2	42.8	38.0	80.8
			55-	7.5YR4/6	CL	15	13.9	53.1	33.0	86.1
	5	出島村	0-40	7.5YR2/3	L	18	26.6	54.4	19.0	73.4
			40-	7.5YR4/6	CL	20	21.6	49.9	28.5	78.4
	6	出島村	0-28	7.5YR3/2	L	17	27.6	47.4	25.0	72.4
			28-70	7.5YR3/3	CL	16	17.6	46.4	36.0	82.4
			70-	7.5YR4/6	CL	18	10.8	48.2	41.0	89.2
	7	出島村	0-25	7.5YR2/3	L	19	33.2	51.3	15.5	66.8
			25-83	7.5YR2/3	L	14	18.8	46.2	35.0	81.2
			83-	7.5YR4/6	CL	17	14.1	56.4	29.5	85.9
	8	出島村	0-24	7.5YR2/3	L	17	24.8	52.2	23.0	75.2
			24-	7.5YR4/4	CL	18	13.9	53.1	33.0	86.1
	9	出島村	0-25	7.5YR2/2	L	17	31.5	50.5	18.0	68.5
			25-45	7.5YR2/2	L	10	31.9	61.1	7.0	68.1
			45-	7.5YR3/3	CL	14	22.1	63.9	14.0	77.9
	10	出島村	0-28	7.5YR2/2	L	17	39.0	56.5	4.5	61.0
			28-32	-	HC	18	-	-	-	-
			32-76	7.5YR3/4	CL	19	31.9	65.1	3.0	68.1
76-			7.5YR3/4	CL	19	39.1	48.4	12.5	60.9	
11	千代田町	0-30	7.5YR3/4	CL	19	39.1	48.4	12.5	60.9	
		30-	7.5YR4/6	liC	21	31.8	47.7	20.5	68.2	
12	千代田町	0-25	7.5YR3/2	L	9	35.3	40.7	24.0	64.7	
		25-50	7.5YR3/3	CL	12	31.9	48.6	19.5	68.1	
		50-	7.5YR4/6	CL	21	20.2	46.3	33.5	79.8	
13	石岡市	0-25	10YR3/3	CL	4	32.9	47.6	19.5	67.1	
		25-55	10YR4/6	CL	22	21.2	49.8	29.0	78.8	
		55-	10YR6/8	SiCL	23	14.9	59.6	25.5	85.1	
14	石岡市	0-28	10YR3/2	CL	18	57.9	35.1	7.0	42.1	
		28-	10YR6/6	liC	16	43.9	41.1	15.0	56.1	
15	石岡市	0-50	10YR1/2	L	16	47.5	49.5	3.0	52.6	
		50-70	10YR3/4	CL	13	44.6	50.4	5.0	55.4	
		70-	10YR3/4	CL	13	44.6	50.4	5.0	55.4	
16	石岡市	0-20	10YR2/1	L	19	34.4	57.4	8.5	65.6	
		20-55	10YR2/1	L	11	21.2	47.8	31.0	78.8	
		55-	10YR4/6	CL	17	20.6	49.9	29.5	79.4	
17	石岡市	0-25	10YR2/1	CL	18	47.1	45.4	7.5	52.9	
		25-58	10YR2/1	CL	13	41.5	43.0	15.5	58.5	
		58-	10YR6/6	liC	16	55.5	40.5	4.0	44.5	



土壌群	圃No.	所在地	層位 (cm)	土色	土性	硬度 (mm)	土壌三相 (%)			孔隙率 (%)
							固相	液相	気相	
黒ボク土	18	八郷町	0-28	7.5YR2/2	L	18	29.7	47.8	22.5	70.3
			28-	7.5YR4/6	CL	18	21.2	45.8	33.0	78.8
	19	下妻市	0-25	7.5YR3/2	L	19	32.9	43.1	24.0	67.1
			25-	7.5YR4/4	CL	21	25.6	48.4	26.0	74.4
	20	下妻市	0-35	7.5YR3/2	L	19	39.0	43.5	17.5	61.0
			35-	7.5YR4/4	CL	19	22.0	47.0	31.0	78.0
	21	下妻市	0-25	7.5YR3/2	L	22	43.3	45.7	11.0	56.7
			25-45	7.5YR3/2	L	21	29.0	47.5	23.5	71.0
			45-78	7.5YR2/2	L	10	29.9	46.6	23.5	70.1
	22	下妻市	78-	7.5YR3/4	CL	16	26.0	49.0	25.0	74.0
			0-25	7.5YR2/2	CL	18	44.2	51.8	4.0	55.8
			25-	7.5YR3/4	CL	24	21.0	53.5	25.5	79.0
	23	下妻市	0-18	7.5YR4/4	CL	20	32.2	59.3	8.5	67.8
			18-	7.5YR4/6	CL	22	22.1	64.9	13.0	77.9
	24	下妻市	0-20	7.5YR3/2	L	19	24.7	48.8	26.5	75.3
			20-	7.5YR4/4	CL	19	17.6	55.9	26.5	82.4
	25	下館市	0-24	10YR3/2	L	14	29.0	59.6	11.4	71.0
			24-	10YR4/6	CL	17	23.3	64.7	12.0	76.7
	26	下館市	0-25	10YR2/2	CL	12	28.4	60.1	11.5	71.6
			25-60	10YR2/1	CL	18	21.9	58.6	19.5	78.1
			60-	10YR3/3	1iC	15	23.0	76.5	0.5	77.0
	27	下館市	0-25	10YR3/2	CL	18	33.9	44.6	21.5	66.1
			25-	10YR4/4	CL	20	21.2	43.3	35.5	78.8
	28	下館市	0-24	10YR2/1	CL	16	29.0	50.5	20.5	71.0
			24-75	10YR2/1	CL	12	-	-	-	-
			75-	10YR6/6	1iC	22	23.1	62.9	14.0	76.9
	29	下館市	0-35	10YR2/2	L	17	30.9	58.1	11.0	69.1
			35-65	10YR4/6	CL	13	19.5	68.5	12.0	80.5
	30	下館市	0-26	7.5YR2/1	L	15	27.0	45.0	28.0	73.0
			26-50	7.5YR3/3	CL	19	12.0	49.5	38.5	88.0
			50-	7.5YR4/6	CL	20	17.4	53.6	29.0	82.6
	31	下館市	0-15	7.5YR3/2	L	18	26.4	46.1	27.5	73.6
			15-43	7.5YR3/2	L	15	20.4	59.6	20.0	79.6
			43-	7.5YR4/6	CL	15	-	-	-	-
	32	下館市	0-40	7.5YR4/4	CL	14	23.4	48.6	28.0	76.6
40-75			7.5YR4/4	CL	20	18.3	69.2	12.5	81.7	
75-			7.5YR5/8	CL	18	-	-	-	-	
33	下館市	0-52	10YR2/2	L	21	36.6	41.4	22.0	63.4	
		52-75	10YR3/1	CL	19	39.7	48.8	11.5	60.3	
		75-	10YR3/1	SCL	19	-	-	-	-	
34	下館市	0-23	10YR2/2	L	15	30.8	45.7	23.5	69.2	
		23-56	10YR2/2	L	12	29.1	43.4	27.5	70.9	
		56-	10YR2/1	CL	15	22.1	56.4	21.5	77.9	
35	関城町	0-30	7.5YR2/2	L	18	30.8	37.7	31.5	69.2	
		30-	7.5YR3/4	CL	19	22.6	46.4	31.0	77.4	

土壌群	園No.	所在地	層位 (cm)	土色	土性	硬度 (mm)	土壌三相 (%)			孔隙率 (%)	
							固相	液相	気相		
黒ボク土	36	関城町	0-48	7.5YR2/2	L	16	27.9	39.1	33.0	72.1	
			48-	7.5YR4/4	CL	18	23.2	43.3	33.5	76.8	
	37	関城町	0-30	7.5YR2/2	L	11	32.0	43.0	25.0	68.0	
			30-53	7.5YR3/3	CL	14	20.4	44.1	35.5	79.6	
	38	関城町	0-40	10YR3/2	CL	20	32.6	35.4	32.0	67.4	
			40-	10YR4/6	CL	17	23.7	43.8	32.5	76.3	
	39	関城町	0-16	7.5YR2/2	L	18	35.9	49.1	15.0	64.1	
			16-40	7.5YR2/2	L	21	28.1	36.4	35.5	71.9	
			40-	7.5YR2/1	CL	16	22.7	48.8	28.5	72.3	
	1層	平均値					16	33.2	48.0	18.7	66.8
		標準偏差					4	7.3	6.3	8.3	7.3
		変動係数					23	21.9	13.1	44.3	10.9
		最大値					22	57.9	60.1	33.0	76.6
		最小値					4	23.4	35.1	3.0	42.1
2層	平均値					17	24.6	50.8	24.6	75.4	
	標準偏差					3	7.9	8.4	10.3	7.9	
	変動係数					20	32.0	16.7	42.0	10.5	
	最大値					24	44.6	69.2	38.5	88.0	
	最小値					10	12.0	36.4	3.0	55.4	
褐色 森林土	40	八郷町	0-45	10YR4/4	SiCL	11	35.2	43.3	21.5	64.8	
			45-60	10YR4/4	SiCL	15	32.4	39.6	28.0	67.6	
			60-	10YR4/6	liC	17	28.6	36.4	35.0	71.4	
灰色 台地土	41	石岡市	0-28	10YR3/3	SCL	21	58.3	32.2	9.5	41.7	
			28-	10YR6/8	SL	18	45.8	24.2	30.0	54.2	
赤色土	42	八郷町	0-20	7.5YR4/3	liC	9	46.7	45.8	7.5	53.3	
			20-	5YR4/4	liC	23	52.4	45.6	2.0	47.6	
灰色 低地土	43	新治村	0-10	2.5Y4/2	SiCL	16	51.7	46.3	2.0	48.3	
			10-46	2.5Y3/3	SiCL	19	48.6	45.8	5.6	51.4	
			46-	2.5Y4/1	SiCL	21	60.2	39.3	0.5	39.8	
	44	土浦市	0-10	2.5Y4/3	SCL	11	47.2	50.3	2.5	52.8	
			10-	2.5Y4/4	SCL	21	46.8	39.2	14.0	53.2	
	45	出島村	0-34	2.5Y3/2	SiCL	21	41.3	37.7	21.0	58.7	
			34-55	2.5Y3/1	SCL	22	38.8	32.2	29.0	61.2	
	46	出島村	0-35	2.5Y2/1	SCL	18	50.8	38.7	10.5	49.2	
			35-	2.5Y2/1	CL	17	26.5	43.0	30.5	73.5	
	47	石岡市	0-10	2.5Y3/3	SiCL	13	57.5	37.0	5.5	42.5	
			10-60	2.5Y3/4	SiCL	23	54.8	34.2	11.0	45.2	
			60-	2.5Y4/2	SiCL	17	57.2	41.8	1.0	42.8	
	48	千代田町	0-10	2.5Y3/3	SCL	12	44.0	36.5	19.5	51.0	
			10-	2.5Y3/4	SCL	14	50.0	27.5	22.5	50.0	
49	八郷町	0-15	2.5Y3/2	SiCL	12	45.9	47.1	7.0	54.1		
		15-35	2.5Y3/3	SiCL	18	45.0	51.0	4.0	55.0		
			35-	2.5Y4/1	SiCL	14	45.1	54.4	0.5	54.9	

土壌群	圃No.	所在地	層位 (cm)	土色	土性	硬度 (mm)	土壌三相 (%)			孔隙率 (%)
							固相	液相	気相	
灰色 低地土	50	八郷町	0-33	2.5Y4/3	liC	10	45.6	41.9	12.5	54.4
			33-	2.5Y4/4	liC	11	43.3	42.2	14.5	56.7
	51	八郷町	0-50	2.5Y4/2	SiCL	13	52.5	46.0	1.5	47.5
			50-	2.5Y4/2	SiCL	15	48.7	48.3	3.0	51.3
	52	下妻市	0-40	2.5Y3/2	CL	24	42.2	43.3	14.5	57.8
			40-	2.5Y4/2	liC	24	41.2	52.8	6.0	58.8
	53	下妻市	0-17	2.5Y3/2	CL	24	47.8	46.2	6.0	52.2
			17-	2.5Y3/3	SiCL	25	51.4	42.6	6.0	48.6
	54	下妻市	0-30	2.5Y4/2	CL	20	46.0	53.5	0.5	54.0
			30-	2.5Y3/2	CL	24	40.1	54.9	5.0	59.9
	1層	平均値				16	46.7	44.2	9.0	52.9
		標準偏差				5	5.2	5.3	7.3	5.2
		変動係数				32	11.1	11.9	81.0	9.8
		最大値				24	57.5	53.5	21.0	61.1
最小値					10	38.9	36.5	0.5	42.5	
2層	平均値				19	44.6	42.8	12.6	55.4	
	標準偏差				5	7.5	8.5	9.8	7.5	
	変動係数				23	16.7	19.8	77.8	13.5	
	最大値				25	54.8	54.9	30.5	73.5	
	最小値				11	26.5	27.5	3.0	45.2	
黒泥土	55	新治村	0-25	2.5YR3/1	CL	18	-	-	-	-
			25-	N1.5/0	liC	16	47.2	49.1	3.1	52.8
全体	1層	平均値				16	37.0	46.8	16.3	62.9
		標準偏差				4	9.3	6.4	8.9	9.4
		変動係数				26	25.1	13.7	54.9	14.9
		最大値				24	58.3	60.1	33.0	76.6
		最小値				4	23.4	32.2	0.5	41.7
	2層	平均値				18	30.5	48.2	21.3	69.5
		標準偏差				4	12.0	9.3	11.6	12.0
		変動係数				21	39.2	19.5	54.6	17.2
		最大値				25	54.8	69.2	38.5	88.0
		最小値				10	12.0	24.2	2.0	45.2

表4 みつ症多発園の土壤化学性および根の酸化力

土壤群	園No.	層位*	pH (KCl)	TruogP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	交換性 (mg/100g)			根酸化力 ( $\mu$ g/g/hr)
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
黒ボク土	1	1	4.7	43.3	198.2	42.7	51.9	33.2
		2	4.1	8.4	136.7	20.7	43.6	
	2	1	5.1	5.0	256.5	29.0	59.2	33.8
		2	5.7	1.7	256.5	32.5	54.0	
	3	1	4.4	5.8	133.6	10.9	41.5	34.6
		2	5.1	1.7	244.9	18.1	51.9	
	4	1	6.4	160.0	488.4	188.5	130.0	55.4
		2	5.7	2.5	180.7	65.9	80.0	
	5	1	6.0	200.0	396.0	47.6	86.2	49.1
		2	5.7	2.5	159.0	19.2	69.6	
	6	1	5.0	113.3	332.3	23.5	91.7	38.9
		2	4.4	6.7	149.5	8.3	42.6	
	7	1	5.5	40.0	291.5	42.7	74.8	47.4
		2	4.5	2.5	117.7	7.8	38.4	
	8	1	5.3	93.3	344.0	33.2	88.3	43.9
		2	5.2	3.4	262.4	22.8	70.6	
	9	1	6.4	1.7	442.2	27.0	82.0	45.7
		2	5.6	1.7	136.7	17.6	45.7	
	10	1	6.1	13.3	338.1	119.5	105.4	62.4
		2	6.1	2.5	268.2	93.9	104.0	
	11	1	6.3	5.8	382.8	97.6	116.4	-
		2	6.3	1.7	250.7	43.9	101.3	
12	1	6.0	25.0	389.4	56.1	74.8	32.5	
	2	4.7	0.8	117.7	9.8	45.7		
13	1	5.3	4.2	256.5	58.5	35.3	55.7	
	2	4.9	0.8	124.0	18.1	26.1		
14	1	5.2	54.2	279.8	64.6	89.3	45.2	
	2	4.7	0.8	117.7	16.1	39.5		
15	1	5.6	63.3	349.8	68.3	58.2	37.3	
	2	4.7	3.3	114.5	5.7	22.1		
16	1	5.2	50.0	227.4	56.1	54.0	40.0	
	2	4.3	3.3	114.5	24.2	23.1		
17	1	6.0	96.2	396.0	92.7	88.3	55.9	
	2	5.8	6.7	309.0	62.2	76.8		
18	1	6.2	0.8	256.5	92.7	73.7	53.3	
	2	6.0	0.8	159.0	69.5	72.7		
19	1	4.5	47.9	171.7	25.6	84.1	36.7	
	2	4.4	1.8	126.5	12.3	53.2		
20	1	6.1	28.8	399.8	71.1	87.8	-	
	2	5.3	4.5	233.2	39.4	44.2		
21	1	5.6	28.8	330.4	64.2	60.9	40.9	
	2	4.6	2.5	17.5	3.1	19.1		
22	1	5.7	153.3	384.1	84.0	90.3	36.7	
	2	5.2	2.9	192.4	43.6	78.3		

\*層位 1 : 0~20cm, 2 : 20~40cm

土壌群	圃No.	層位*	pH (KCl)	TruogP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	交換性 (mg/100g)			根酸化力 ( $\mu$ g/g/hr)
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
黒ボク土	23	1	5.9	183.7	349.8	81.9	90.3	51.2
		2	5.9	47.4	332.3	94.6	78.3	
	24	1	4.4	25.0	120.1	20.7	30.1	-
		2	5.3	2.9	215.7	50.0	28.6	
	25	1	5.8	148.6	425.2	92.5	115.4	49.3
		2	6.1	12.4	279.8	81.9	110.4	
	26	1	5.7	201.5	349.8	92.5	86.3	46.4
		2	5.6	97.1	274.0	75.5	78.3	
	27	1	6.1	237.0	425.2	109.5	105.4	38.6
		2	5.9	95.7	291.5	105.3	90.3	
	28	1	6.2	142.9	445.8	165.9	86.3	35.7
		2	5.8	1.0	198.2	67.0	62.2	
	29	1	5.8	120.0	356.7	77.6	66.3	33.4
		2	4.7	26.7	126.2	28.5	42.1	
	30	1	5.6	62.2	279.8	54.2	62.2	32.9
		2	5.8	2.9	279.8	47.8	66.2	
	31	1	5.4	80.0	356.7	80.8	70.2	38.6
		2	4.7	2.9	53.2	8.1	30.1	
	32	1	5.6	47.4	274.0	71.2	62.2	39.5
		2	5.3	2.9	108.0	34.6	50.2	
	33	1	5.6	92.9	349.8	56.3	58.2	51.7
		2	5.3	2.9	233.2	39.7	38.1	
	34	1	5.3	41.5	250.7	38.0	40.2	62.6
		2	4.6	2.9	35.0	4.9	24.1	
35	1	5.3	148.6	338.1	52.1	50.2	57.9	
	2	5.4	31.7	285.7	43.6	54.2		
36	1	4.8	-	153.6	27.6	95.4	53.9	
	2	5.5	-	297.3	47.8	90.3		
37	1	5.0	110.0	233.2	20.7	56.2	54.1	
	2	4.7	30.0	89.7	9.7	30.1		
38	1	5.5	36.7	384.1	58.5	82.3	45.0	
	2	4.7	2.9	120.1	19.2	50.2		
39	1	5.0	38.3	180.7	29.4	42.2	42.4	
	2	5.1	10.5	168.8	33.7	42.2		
40	1	5.3	41.5	285.7	43.6	46.2	43.1	
	2	5.0	4.8	180.7	33.7	38.1		
41	1	5.5	53.3	309.0	47.8	46.2	36.8	
	2	4.7	2.9	62.4	9.7	34.1		
42	1	5.9	30.0	349.8	73.4	42.2	35.1	
	2	4.9	2.9	126.2	22.5	54.2		
43	1	5.9	1.0	397.8	134.0	150.6	43.0	
	2	5.0	1.0	132.3	36.3	62.2		
44	1	5.3	36.7	227.4	34.6	125.5	41.9	
	2	4.6	8.6	89.7	17.6	18.1		

\*層位 1 : 0~20cm, 2 : 20~40cm

土壌群	園No.	層位*	pH (KCl)	TruogP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	交換性 (mg/100g)			根酸化力 ( $\mu$ g/g/hr)
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
黒ボク土	45	1	6.1	26.7	303.2	103.1	82.3	59.3
		2	5.9	1.0	233.2	75.5	54.2	
	46	1	5.6	30.0	285.7	50.0	46.2	49.5
		2	5.0	1.0	77.6	11.3	34.1	
	平均	1	5.5	70.4	314.7	65.5	75.3	44.7
	標準偏差		0.5	62.3	86.8	37.4	27.1	8.7
	変動係数		9.3	88.5	27.6	57.1	35.9	19.5
	最大値		6.4	237.0	488.4	188.5	150.6	62.6
	最小値		4.4	0.8	120.1	10.9	30.1	32.5
	平均	2	5.2	10.2	175.6	35.9	53.6	
	標準偏差		0.6	21.0	81.4	27.0	23.6	
	変動係数		10.9	206.6	46.3	75.1	44.1	
	最大値		6.3	97.1	332.3	105.3	110.4	
	最小値		4.1	0.8	17.5	3.1	18.1	
	黒泥土	47	1	6.2	46.2	429.8	77.0	90.3
2			5.7	27.2	296.4	56.3	87.8	
全体	平均	1	5.6	69.9	317.2	65.7	75.6	44.4
			標準偏差	0.5	61.7	87.4	37.0	26.8
	変動係数	9.3	88.3	27.6	56.4	35.5	19.8	
	最大値	6.4	237.0	488.4	188.5	150.6	62.6	
	最小値	4.4	0.8	120.1	10.9	30.1	32.5	
	平均	2	5.2	10.6	178.2	36.4	54.3	
	標準偏差		0.6	21.0	82.4	26.9	23.9	
	変動係数	10.9	198.5	46.2	73.9	44.0		
	最大値	6.3	97.1	332.3	105.3	110.4		
	最小値	4.1	0.8	17.5	3.1	18.1		

\*層位 1 : 0~20cm, 2 : 20~40cm

表5 みつ症少発園の土壌化学性および根の酸化力

土壌群	園No.	層位*	pH (KCl)	TruogP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	交換性 (mg/100g)			根酸化力 ( $\mu$ g/g/hr)
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
黒ボク土	1	1	5.8	90.0	309.0	119.5	85.2	-
		2	4.7	5.0	174.9	46.3	75.8	
	2	1	4.3	10.8	143.1	9.8	26.1	33.8
		2	4.9	1.7	165.4	10.9	32.2	
	3	1	4.4	26.7	149.5	31.1	68.5	31.8
		2	5.3	2.5	186.6	16.6	104.0	
	4	1	6.2	43.3	501.6	67.1	81.0	45.9
		2	5.3	1.7	174.9	22.1	48.8	
	5	1	5.0	73.3	256.5	81.7	53.0	38.0
		2	4.6	11.7	174.9	19.7	45.7	
	6	1	5.2	73.3	291.5	18.1	73.7	44.6
		2	4.8	1.7	279.8	33.9	90.3	
	7	1	5.3	30.0	320.7	64.6	84.1	43.6
		2	5.3	1.7	274.0	57.3	81.0	
	8	1	6.0	56.7	448.8	78.1	75.8	53.2
		2	6.0	1.7	291.5	40.1	48.8	
	9	1	5.3	80.0	344.0	54.9	86.2	39.5
		2	4.3	5.0	124.0	12.4	49.8	
	10	1	4.9	20.0	239.0	58.5	77.9	44.0
		2	5.2	2.5	250.7	46.3	26.1	
	11	1	6.1	56.7	369.6	124.4	50.6	40.9
		2	6.2	3.3	309.0	87.8	125.9	
12	1	5.9	20.0	376.2	67.1	90.3	52.9	
	2	4.8	2.5	120.8	15.5	43.6		
13	1	4.8	10.0	139.9	20.2	54.0	44.2	
	2	5.8	1.7	165.4	45.1	26.1		
14	1	6.5	123.1	359.8	92.8	111.6	54.6	
	2	6.2	3.6	223.5	82.9	75.0		
15	1	6.0	70.0	442.2	76.8	71.7	51.1	
	2	4.7	3.3	152.6	17.6	34.3		
16	1	5.1	14.2	244.9	35.2	51.9	40.3	
	2	4.8	2.5	152.6	19.2	47.8		
17	1	5.9	110.0	349.8	103.7	72.7	50.7	
	2	6.1	26.7	268.2	100.0	62.3		
18	1	5.7	10.4	332.3	108.5	73.7	63.5	
	2	5.0	0.8	139.9	40.1	68.5		
19	1	5.8	86.5	363.0	86.6	139.6	57.3	
	2	5.1	0.8	198.2	58.5	77.9		
20	1	5.2	36.5	233.2	72.0	71.7	30.8	
	2	5.3	0.8	171.7	59.8	49.8		
21	1	5.7	1.7	384.1	117.0	183.3	40.8	
	2	5.9	0.8	349.8	95.7	170.2		
22	1	6.5	37.5	432.1	165.9	120.5	57.0	
	2	6.1	5.0	314.8	118.0	100.4		

\*層位 1 : 0~20cm, 2 : 20~40cm

土壤群	園No.	層位*	pH (KCl)	TruogP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	交換性 (mg/100g)			根酸化力 ( $\mu$ g/g/hr)
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
黒ボク土	23	1	6.0	1.7	282.8	73.4	95.4	43.1
		2	6.1	0.8	198.2	41.5	86.3	
	24	1	5.9	78.8	338.1	103.1	95.4	45.4
		2	5.3	24.2	120.1	31.1	38.1	
	25	1	6.5	62.5	466.4	90.4	86.3	43.5
		2	5.0	1.7	71.5	25.9	30.1	
	26	1	4.9	200.0	137.2	23.8	36.5	45.6
		2	5.1	54.2	137.2	27.6	25.1	
	27	1	5.8	0.8	238.1	68.1	72.4	32.9
		2	5.8	0.8	142.6	44.4	44.2	
	28	1	5.4	10.4	281.8	77.0	53.2	-
		2	4.9	0.8	199.2	39.7	57.0	
	29	1	5.9	56.3	434.8	66.1	90.3	49.1
		2	5.0	0.8	184.6	35.9	57.0	
	30	1	5.3	0.8	247.8	30.4	42.9	58.4
		2	5.5	0.8	204.1	37.3	36.5	
	31	1	5.3	13.3	262.4	35.2	77.5	42.3
		2	4.4	0.8	49.0	7.3	36.5	
	32	1	5.8	1.7	213.8	49.4	54.5	35.6
		2	5.7	0.8	156.1	32.5	54.5	
	33	1	5.8	25.0	286.6	73.1	77.5	41.5
		2	5.6	0.8	233.2	54.3	36.5	
	34	1	5.6	7.5	379.8	51.4	90.3	38.8
		2	4.8	1.7	172.2	36.6	75.0	
	35	1	6.3	11.7	384.8	138.2	87.8	44.5
		2	6.2	0.8	194.3	144.1	82.7	
	36	1	5.8	11.4	335.2	60.2	72.4	45.8
		2	5.2	0.9	166.8	35.2	55.7	
	37	1	5.9	26.4	344.9	128.3	72.4	48.1
		2	4.5	0.9	77.0	12.8	41.6	
	38	1	5.0	36.8	187.0	54.3	50.6	47.7
		2	4.3	4.5	90.9	10.2	39.1	
	39	1	5.7	18.2	262.4	60.2	51.9	56.3
		2	5.3	0.9	145.3	27.6	44.2	
	平均	1	5.6	42.2	310.6	72.7	77.2	45.3
	標準偏差		0.5	41.8	93.8	35.5	28.3	7.8
	変動係数		9.7	99.2	30.2	48.8	36.6	17.3
	最大値		6.5	200.0	501.6	165.9	183.3	63.5
	最小値		4.3	0.8	137.2	9.8	26.1	30.8
平均	2	5.3	4.7	184.8	43.3	59.6		
標準偏差		0.6	9.9	68.8	31.0	30.0		
変動係数		10.8	210.1	37.3	71.6	50.3		
最大値		6.2	54.2	349.8	144.1	170.2		
最小値		4.3	0.8	49.0	7.3	25.1		

\*層位 1 : 0~20cm, 2 : 20~40cm



土壌群	園No.	層位*	pH (KCl)	TruogP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	交換性 (mg/100g)			根酸化力 ( $\mu$ g/g/hr)
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
褐色 森林土	40	1	5.2	56.0	189.5	78.0	87.8	52.9
		2	4.3	1.8	35.0	12.8	44.2	
灰色 台地土	41	2	6.1	28.8	153.4	53.3	39.1	49.4
		1	-	-	-	-	-	
赤色土	42	1	3.9	46.2	115.7	20.7	72.4	59.7
		2	3.9	1.8	90.9	10.7	62.2	
灰色 低地土	43	1	4.6	115.4	153.4	15.5	39.1	34.6
		2	4.0	496.1	123.8	10.2	36.5	
	44	1	6.7	192.3	364.8	86.9	122.2	46.0
		2	5.8	153.8	142.6	40.8	90.3	
	45	1	3.6	80.0	115.7	13.4	46.8	40.7
		2	3.9	3.6	161.4	38.7	31.4	
	46	1	4.4	42.3	218.6	43.4	115.1	42.2
		2	4.8	7.3	208.9	59.2	85.2	
	47	1	6.2	25.0	223.5	67.1	51.9	40.5
		2	5.3	2.7	153.4	52.3	39.1	
	48	1	6.2	38.5	238.1	33.2	27.1	39.0
		2	5.7	53.6	139.9	24.2	26.1	
	49	1	6.5	80.0	315.8	80.0	93.9	48.2
		2	5.8	23.2	194.3	68.1	69.8	
	50	1	7.0	52.0	419.8	25.6	67.3	-
		2	6.8	10.0	242.9	19.7	77.5	
	51	1	6.2	38.5	310.9	92.8	93.9	30.0
		2	6.2	115.4	281.8	92.8	93.9	
	52	1	5.2	56.0	286.6	65.2	85.2	32.6
		2	5.1	0.9	233.2	69.1	27.1	
	53	1	6.3	80.0	344.9	92.8	72.4	46.4
		2	4.6	4.5	169.5	64.2	27.1	
	54	1	5.8	70.0	247.8	70.1	51.9	-
		2	5.3	3.1	310.9	66.1	10.5	
平均	1	5.7	72.5	270.0	57.2	72.7	40.0	
標準偏差		1.0	45.3	87.8	29.7	30.3	6.1	
変動係数		18.2	62.4	32.5	51.9	41.9	15.2	
最大値		7.0	192.3	419.8	92.8	122.2	48.2	
最小値		3.6	25.0	115.7	13.4	27.1	30.0	
平均	2	5.3	72.9	196.9	50.5	51.2		
標準偏差		0.9	142.4	59.7	24.2	29.8		
変動係数		16.3	195.5	30.3	48.0	58.1		
最大値		6.8	496.1	310.9	92.8	93.9		
最小値		3.9	0.9	123.8	10.2	10.5		
黒泥土	55	1	6.0	56.0	354.8	61.2	62.2	33.7
		2	4.9	0.9	344.9	82.9	32.7	

\*層位 1 : 0~20cm, 2 : 20~40cm

土壌群	園No.	層位*	pH (KCl)	TruogP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)	交換性 (mg/100g)			根酸化力 ( $\mu$ g/g/hr)
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	
全体	平均	1	5.6	49.1	294.0	67.9	75.2	44.6
	標準偏差		0.7	42.6	96.5	34.0	28.0	8.0
	変動係数		12.6	86.7	32.8	50.1	37.2	18.0
	最大値		7.0	200.0	501.6	165.9	183.3	63.5
	最小値		3.6	0.8	115.7	9.8	26.1	30.0
	平均	2	5.2	19.7	185.9	44.5	57.0	
	標準偏差		0.7	71.4	72.4	29.8	29.2	
	変動係数		12.7	363.2	38.9	67.0	51.3	
	最大値		6.8	496.1	349.8	144.1	170.2	
	最小値		3.9	0.8	35.0	7.3	10.5	

\*層位 1 : 0~20cm, 2 : 20~40cm

平均値は 5.2 であり、同じく少発園は 4.3~6.2、平均値 5.3 で 1 層と同様に両園に大差は認められなかった。

多発園で黒ボク土以外の土壌である黒泥土は 1 層が 6.3、2 層が 5.7 で黒ボク土でみられた値の範囲以内であった。

つぎに、少発園でのみみられた、褐色森林土は 1 層が 5.2、2 層が 4.3 で、黒ボク土少発園の平均値に比較し、1・2 層とも低いことが認められた。

灰色台地土は 1 層のみであるが 6.1 であった。赤色土は 1・2 層とも 3.9 の強酸性を示した。

少発園で黒ボク土について多かった灰色低地土の pH は、1 層で 3.6~7.0 の範囲に分布し、平均値は 5.7 で黒ボク土の平均値と同等であった。2 層は 3.9~6.8 で、平均値は 5.3 であり、1 層よりやや下回った。なお、1・2 層とも pH の測定値の変動係数が大きく、園によるバラツキの大きいことが認められた。

以上のように調査園の pH は広い範囲に分布しており、みつ症発生の多少との関係は認められなかった。さらに、少発園の灰色低地土および赤色土の pH の低いことが目立つが、土壌の低 pH がみつ症発生の主要因にはなり得ないことがうかがわれた。

なお、本県土壌改善基準は、ナシ園の pH の基準

値を 5.5~6.0 (塩化カリ浸出) と定めているが (15)、みつ症多発園の 1 層は 38.3%、2 層は 63.8% が基準値未満であった。また、少発園の 1 層は 38.1%、2 層は 63.8% が基準値未満であり、多発園、少発園とも 2 層の pH が低い傾向が認められた。

可給態リン酸：多発園の黒ボク土についてみると、1 層目の可給態リン酸は 0.8~237.0mg/100g の広い範囲に分布し、平均値は 70.4mg であった。少発園は 0.8~200.0mg で、平均値は 42.2mg であった。2 層は多発園が 0.8~97.1mg、平均値は 10.2mg であった。少発園は 0.8~54.2mg、平均値は 4.7mg で、多発園に比較し低濃度であった。

多発園の黒ボク土以外の黒泥土についてみると、1 層は 46.2mg、2 層は 27.2mg で、少発園は 1 層 56.0mg、2 層は 0.9mg であった。

少発園でのみみられた褐色森林土、灰色台地土、赤色土の有効態リン酸は 1 層が概ね 30mg 以上を示し富化している。しかし、2 層目は褐色森林土、赤色土とも 1.8mg (灰色台地土の 2 層は欠測) で、低かった。灰色低地土は 1 層が 25.0~192.3mg で、平均値 72.5mg、2 層は 0.9~496.1mg で、平均値 72.9mg であった。

以上のように調査園の可給態リン酸は広い範囲

に分布しており、変動係数も大きく、みつ症発生との関係は認められなかった。

なお、本県土壌改善基準は、ナシ園の可吸態リン酸の含量を10mg/100g以上と定めているが(15)、みつ症多発圃の1層は14.9%、2層は70.2%が基準値未満であった。また、少発圃の1層は10.9%、2層は80.0%が基準値未満であり、多発圃、小発圃とも2層の可吸態リン酸が低い傾向が認められた。

交換性カルシウム：多発圃の黒ボク土についてみると、1層目の交換性カルシウムは120.1~488.4mg/100gの範囲に分布し、平均値は314.7mgであった。少発圃は137.2~501.6mgで、平均値は310.6mgであり、多発圃と同等であった。2層は多発圃が17.5~332.3mg、平均値は175.6mgであり、少発圃は49.0~349.8mg、平均値184.8mgで1層と同様両圃に大差は認められなかった。

黒泥土についてみると、多発圃の1層は429.8mg、2層は296.4mgで、少発圃は1層354.8mg、2層は344.9mgであり、それぞれ黒ボク土の値の範囲以内であった。

少発圃でのみみられた褐色森林土は1層が189.5mg、2層は35.0mg、灰色台地土は1層のみであるが153.4mg、赤色土は1層が115.7mg、2層は90.9mg、灰色低地土は1層が115.7~419.8mgで、平均値270.0mg、2層は123.8~310.9mgで、平均値196.9mgであり、黒ボク土少発圃の平均値に比較しやや低かった。

これまでに、みつ症とカルシウムとの関連性が指摘されているが(7, 9, 10)、以上のように、本調査では多発圃と少発圃の土壌中の交換性カルシウム含量には大差なく、みつ症との関係は認められなかった。

交換性マグネシウム：多発圃の黒ボク土についてみると、1層目の交換性マグネシウムは10.9~188.5mg/100gの範囲に分布し、平均値は65.5mg

であった。少発圃は9.8~165.9mgで、平均値は72.7mgであり、多発圃よりもやや高かった。2層は多発圃が3.1~105.3mg、平均値は35.9mgであった。少発圃は7.3~144.1mg、平均値43.3mgで1層と同様やや多発圃よりも高かった。

黒泥土についてみると、多発圃の1層は77.0mg、2層は56.3mgで、少発圃は1層61.2mg、2層は82.9mgであり、それぞれ黒ボク土の値の範囲以内であった。

少発圃でのみみられた褐色森林土は1層が78.0mg、2層は12.8mg、灰色台地土は1層のみであるが53.3mg、赤色土は1層が20.7mg、2層は10.7mg、灰色低地土は1層が13.4~92.8mgで、平均値57.2mg、2層は10.2~92.8mgで、平均値50.5mgであり、黒ボク土少発圃の値の範囲以内であった。

以上のように交換性マグネシウムの平均値は、多発圃が少発圃に比較しやや低かったが、値は広い範囲に分布しており、みつ症発生との関係は認められなかった。

交換性カリウム：多発圃の黒ボク土についてみると、1層目の交換性カリウムは30.1~150.6mg/100gの範囲に分布し、平均値は75.3mgであった。少発圃は26.1~183.3mgで、平均値は77.2mgであり、多発圃と同等であった。2層は多発圃が18.1~110.4mg、平均値は53.6mgであった。少発圃は25.1~170.2mg、平均値59.6mgで1層と同様両圃に大差は認められなかった。

黒泥土についてみると、多発圃の1層は90.3mg、2層は87.8mgで、少発圃は1層62.2mg、2層は32.7mgであり、それぞれ黒ボク土の値の範囲以内であった。

少発圃でのみみられた褐色森林土は1層が87.8mg、2層は44.2mg、灰色台地土は1層のみであるが39.1mg、赤色土は1層が72.4mg、2層は62.2mg、灰色低地土は1層が27.1~122.2mgで、平均値72.2mg、2層は10.5~93.9mgで、平均値51.2mgで

あり、ほぼ黒ボク土少発園の値の範囲以内であった。

以上のように多発園と少発園の土壤中の交換性カリウム含量は大差なく、みつ症発生との関係は認められなかった。

### 3. 根の活性

みつ症多発園および少発園の根の活性を測定した結果を表4、5に示した。

多発園の黒ボク土についてみると、根のエスキュリン酸化力は32.5~62.6 $\mu\text{g/g/hr}$ の範囲に分布し、平均値は44.7 $\mu\text{g}$ であった。少発園は30.8~63.5 $\mu\text{g}$ で、平均値は45.3 $\mu\text{g}$ であり、分布範囲並びに平均値とも多発園と同等であった。

黒泥土は、多発園は33.0 $\mu\text{g}$ 、少発園は33.7 $\mu\text{g}$ であり、それぞれ黒ボク土の値の範囲以内であった。

少発園でのみみられた褐色森林土は52.9 $\mu\text{g}$ 、灰色台地土は49.4 $\mu\text{g}$ 、赤色土は59.7 $\mu\text{g}$ 、灰色低地土は30.0~48.2 $\mu\text{g}$ で、平均値40.0 $\mu\text{g}$ であり、黒ボク土少発園の値の範囲以内であった。

ニホンナシの硬化障害(ユズ肌、石ナシ)においては、根のエスキュリン酸化力が高いほど、障害果の発生が少なくなると報告されているが(16)、以上のように、本調査では多発園の測定値と少発園の測定値との間に一定の差が認められず、根のエスキュリン酸化力とみつ症発生との関係は認められなかった。

## IV. 結 論

豊水のみつ症発生と土壌との関係を検討するため、みつ症が多発した1988年の発生状況から、みつ症多発園と少発園の抽出を行い、合計102園の、土壌調査を実施した。その結果、土壌群別では、みつ症は黒ボク土に多発し、灰色低地土で少ないことが認められた。この2土壌以外の褐色森林土、

灰色台地土、赤色土、黒泥土においても、わずかながら発生が認められ、ほとんどの土壌で発生することがうかがわれた。土壌理化学性とみつ症発生との関係は明かでなかった。また、根のエスキュリン酸化力がみつ症発生に及ぼす影響を調査した結果、両者の関係は明かでなかった。

謝辞 本調査を実施するに当たり、調査園の選定など数々の協力をいただいた土浦、石岡、下館の各地区農業改良普及所の方々、調査園を快く提供して下さった栽培者の皆様方に厚くお礼申し上げます。また、本編をまとめるに当たり、当農業総合センター園芸研究所土壌肥料研究室長小山田勉氏には有益なご教示をいただき、厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

1. 茨城県. 1992. 茨城の園芸. 平4:229.
2. 山木昭平. 1982. ニホンナシ果実の生理障害(ボケ・石ナシ・みつ症果など)における生化学的特徴. 昭和57年度園芸学会秋期大会シンポジウム講演要旨:7-16.
3. 梶浦一郎・大村三男・志村勲. 1981. ニホンナシ「豊水」の収穫に適した熟度とカラーチャートを利用した収穫方法について. 果樹試報 A-8:1-12.
4. 長門寿男・吉岡四郎・関本美和・新堀二千男. 1982. ニホンナシ「幸水」「豊水」の成熟特性とカラーチャート利用による収穫適期の判定. 千葉農試報. 23:59-74.
5. 松浦永一郎・青木秋広. 1981. ナシ「豊水」の成熟特性と収穫適期の判定(第2報)1980年の不良天候下における成熟の特異性. 園学要旨. 昭56春:58-59.
6. 猪俣雄司・村瀬昭治・山崎利彦. 1987. ニホ

- ンナシのみつ症に関する研究(第1報)みつ症発生の再現及び制御. 園学要旨. 昭62春:98-99.
7. -----・大宮あけみ・村瀬昭治・鈴木邦彦. 1989. 同上(第4報)みつ症抑制に対するクレフノンの効果及び発生程度の非破壊的判定法. 園学雑. 58別1:78-79.
8. -----・及川悟・壽松木章・鈴木邦彦. 1991. 同上(第5報)みつ症とジベレリン含量との関係及びみつ症果の樹内分布について. 園学雑. 60別1:96-97.
9. 田中敬一・猪股雄司・川瀬信三・関本美和・永村幸平・川上千里. 1992. ニホンナシ(*Pyrus pyrifolia* Nakai var. *culta* Nakai)みつ症の発生機構とCa-EDTAによる防止効果. 園学雑. 61(1):183-190.
10. 川瀬信三・関本美和. 1991. ニホンナシ‘豊水’のみつ症の発生に及ぼすキレートカルシウム及びカルシウム拮抗剤の効果と深耕の影響. 園学雑. 60別1:98-99.
11. 梅谷隆・松山博也. 1992. ナシ・カキ・ウメの成熟異常果防止実用化技術の確立(3)成熟異常果の成熟制御物質による発生防止法. 平成3年度落葉果樹試験研究成績概要集(栽培関係):35-36.
12. 石塚由之・松沢義郎. 1985. ニホンナシ優良品種への更新技術の確立(3)土壌の種類と豊水のみつ入り症状について. 昭和59年度落葉果樹に関する特定課題研究会資料(土壌肥料関係):5-6.
13. 浅野聖子・水戸部満・奥野隆. 1992. ニホンナシの生育予測法の策定と着果管理および収穫適期判定法の確立(2)土壌条件と果実成熟予測. 昭和62年度落葉果樹試験研究成績概要集(栽培関係):23-24.
14. 原田久男・弦間洋・福島正幸・大垣智明. 1989. 土壌の差異及び果実に対する遮光. 水かん注. エセフォン処理がニホンナシ‘豊水’のみつ症発現に及ぼす影響. 筑波大農林研報. 1:13-31.
15. 茨城県農林水産部改良普及課. 1989. 地力増進のための土壌診断法:50-51.
16. 高辻豊二・青葉幸二. 1984. ニホンナシ果実の硬化障害に関する研究(第1報)硬化障害発生樹の果実形質, 水分特性と根の生理活性について. 果樹試報. A-11:71-105.