

津波被災農地における土壌調査(園芸) (第2報) — 震災復興関連技術 —

農業・園芸総合研究所

1 取り上げた理由

東日本大震災において発生した津波によって海水が農地に流入した。農地復旧と作付け誘導を効果的に実施するためには被災農地の土壌の実態を経時的に把握する必要がある。津波被災農地の継続的な土壌調査を実施し、知見が得られたので参考資料とする。

2 参考資料

- 1) pHは、施設畑においては6.0～7.0付近の値で変動している。露地畑においては7.0以上に上昇している地点が存在する(図1, 2)。
- 2) ECは、施設畑において時期によって変動する。露地畑では2012年5月以降は0.5 dS/mを超える地点は無い(図3, 4)。
- 3) 塩化物イオン(Cl^-)濃度は、施設畑においては濃度が低下しても、土壌表層に再上昇する場合がある。露地畑では Cl^- 濃度が上昇せず、2012年以降は土壌から除去されている(図5, 6)。
- 4) 水溶性ナトリウムイオン(Na^+)濃度は、施設畑では2012年4月以降は概ね100 mg以下の値で変動し、値が低下しても再上昇する場合がある。露地畑においては2012年以降は50 mg以下まで低下し、再上昇することはない(図7, 8)。
- 5) 交換性 Na^+ 濃度は、施設畑ではほとんどの地点で50 mg前後の値で推移したが、100 mg以上に上昇する場合がある。露地畑では50～100 mgの値で推移する地点が多い(図9, 10)。

3 利活用の留意点

- 1) 土壌の採取は、津波被害を受けた県内の園芸施設(東松島市, 石巻市, 亘理町)又は露地(仙台市)の畑地において、平成23年5月から平成24年12月にかけて定点的に行った。土壌試料は、津波による堆積土砂を除いた後、地表から深度10cmまでを採取した。調査期間中において施設畑ではすべての地点で作付けが行われたが、露地畑では作付が行われていない地点が含まれる。
- 2) 本報告における交換性 Na^+ とは、土壌試料より1N酢酸アンモニウム溶液で抽出し測定した値から、水溶性 Na^+ の値を除いた値とする。
- 3) Cl^- 、水溶性 Na^+ 、交換性 Na^+ の値は風乾土100g換算である。また、 Na^+ を Na_2O に換算する場合、 $\text{Na}_2\text{O}(\text{mg}/100\text{g}) = \text{Na}^+(\text{mg}/100\text{g}) \times 1.348$ である。
- 4) pHが7.0以上となる圃場が存在し、とくに露地畑に多い傾向にある。pHが7.0以上の圃場では微量要素欠乏を引き起こす可能性があるため、pHを低下させるか、またはpHを上昇させない作付体系が必要となる。
- 5) 施設畑において Cl^- 、水溶性 Na^+ は一度低下しても再上昇する場合があるため、作付前に除塩作業の必要性を診断する。
- 6) 露地畑においては Cl^- は除去されているが、 Na^+ は残存している。 Na^+ による土壌の物理性悪化が懸念されるため、除塩資材の施用による除去が望ましい。
- 7) 各調査地点における土壌化学性等の推移は、別表1, 2のとおりである。

(問い合わせ先：農業・園芸総合研究所 園芸環境部 電話022-383-8133)

4 背景となった主要な試験研究

- 1) 研究課題名及び研究期間
 - 1) 研究課題名及び研究期間 海水流入農地の実態把握と早期改善 (平成23～24年)
- 2) 参考データ

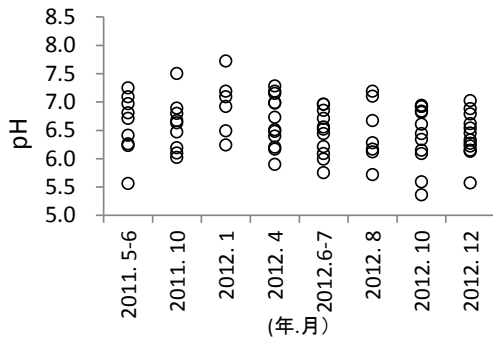


図1 施設畑における土壌pHの推移

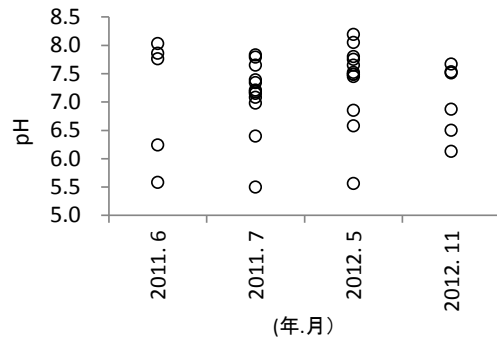


図2 露地畑における土壌pHの推移

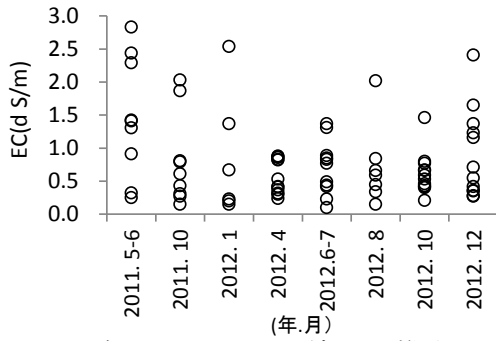


図3 施設畑における土壌ECの推移

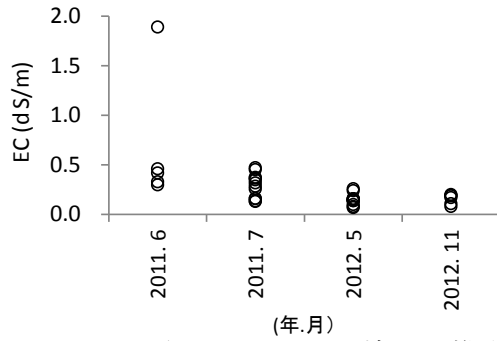


図4 露地畑における土壌ECの推移

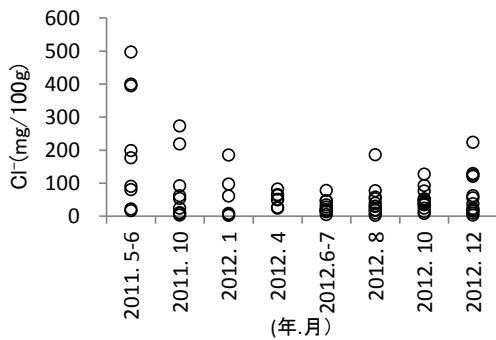


図5 施設畑における土壌Cl⁻濃度の推移

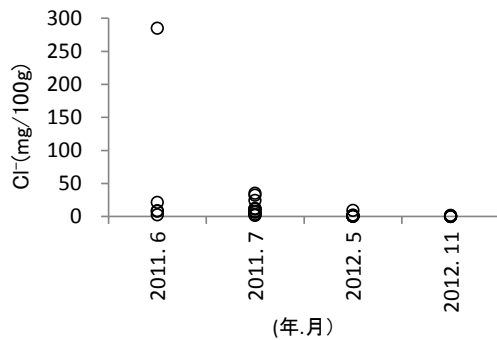


図6 露地畑における土壌Cl⁻濃度の推移

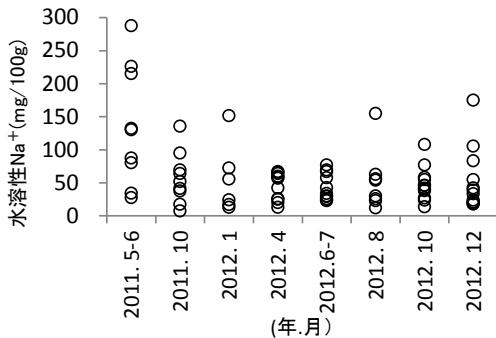


図7 施設畑における水溶性Na⁺濃度の推移

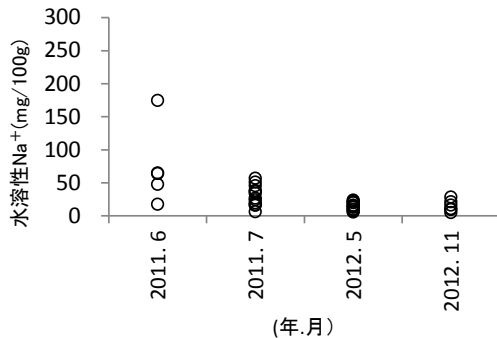


図8 露地畑における水溶性Na⁺濃度の推移

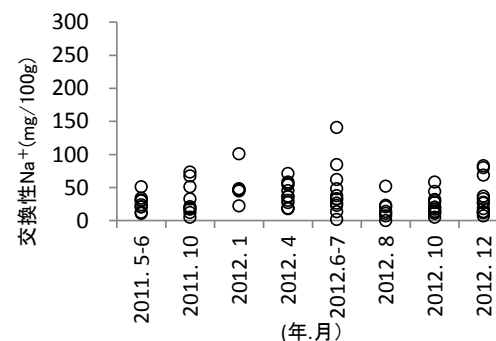


図9 施設畑における交換性Na⁺濃度の推移

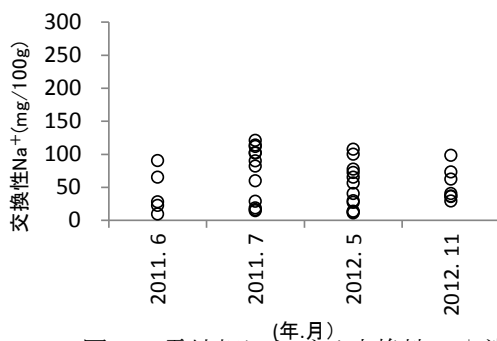


図10 露地畑における交換性Na⁺濃度の推移

3) 発表論文等

a 関連する普及に移す技術

a) 津波被災農地における土壌調査 (園芸) (普及に移す技術第87号)

4) 共同研究機関

なし

別表1 施設圃場における土壌の化学性の推移と調査時の状況

地域と品目	採取年月		pH	EC (dS/m)	(mg/100g)			NO ₃ -N	土壌表面の水分状況	作付状況, 生産者からの聞き取り, 圃場の状態など
	年	月			Cl ⁻	交換性Na ⁺	水溶性Na ⁺			
東松島イチゴ	2011	6月	7.3	0.32	21	11	34	—	—	砂壤土。CEC 14.2 (meq)。堆積泥土 7~8 cm。鉄骨ハウス。2011年3月末の時点で土壌EC 1.16 (dS/m)。その後一ヶ月以内のうちにEC 0.7 (dS/m) の地下水を3日間かけ流して除塩。2011年7月に土壌還元消毒, 地下水EC 0.5(dS/m)。2011年10月はイチゴ定植済みで生育順調。2012年4月は収穫中, 収量も平年並みで通路からのサンプリング。同年6月は土壌消毒中でサンプリングできず。同年8月は土壌消毒終了間際でビニールをかぶせたまま。同年10月には定植済み, 生育問題なし。同年12月には収穫が始まっており, 生育・収量ともに問題無し。かん水は上水道を使用している。
		10月	6.6	0.15	3	5	7	—	—	
	2012	1月	7.2	0.20	2	22	13	—	湿	
		4月	7.3	0.30	15	27	26	6	湿	
		6月	—	—	—	—	—	—	—	
		8月	7.2	0.15	9	0	12	1	湿	
		10月	6.8	0.21	14	5	14	3	湿	
12月	6.8	0.42	18	7	18	9	湿			
東松島ミニトマト	2011	6月	7.0	2.83	497	34	288	—	—	壤土。CEC 17.3 (meq)。海水は1 mlほど浸水, 堆積泥土5 cm。鉄骨ハウス。2011年6月は堆積泥土は除去したが, 除塩実施前。その後, 弾丸暗渠と反転耕を行った後, EC 1.0(dS/m)前後の地下水をかけ流して除塩を行う。2011年10月はミニトマトを作付中。定植後の苗の活着は悪かったものの, 以降は順調に生育し7~8段まで着果, 収穫中。収量は平年並み。2012年1月は作の終盤, 2012年2月末に定植し, 2012年4月は生育順調。以降も生育に問題無く, 収量も平年並み。2012年10月は次作に向けて耕耘したまま。2012年12月は定植済み。震災以降, すべての作を通して水道水で灌水。
		10月	6.9	0.79	62	21	64	—	—	
	2012	1月	7.7	0.23	6	46	24	—	乾	
		4月	7.0	0.86	49	56	66	18	乾	
		6月	6.9	0.42	27	32	29	6	乾	
		8月	7.1	0.59	30	21	63	12	乾	
		10月	6.9	0.67	50	32	58	13	乾	
12月	6.9	1.37	125	37	105	22	乾			
東松島キュウリ	2011	6月	6.2	2.29	395	24	226	—	—	壤土。CEC 17.0 (meq)。堆積泥土4~5 cm。鉄骨ハウス。2011年6月は除塩は未実施。2012年1月はクロルピクリン剤による土壌消毒直後。2012年4月は促成作の途中目立った生育障害はないが, 収量は平年より少ない。2012年6月は促成作の終盤で古葉に白斑が散見され, 側枝の発生が少ない。2012年8月は抑制作の定植直後, 同年10月は側枝の発生が少なく, 同年12月は土壌病害のため収量低下。震災以降, 地下水のECは1.0~2.0 (dS/m)の間で変動しているため, かん水は貯水した雨水や上水道を利用。
		10月	6.0	2.03	219	17	136	—	—	
	2012	1月	6.5	1.37	97	45	73	—	湿	
		4月	6.2	0.88	51	36	57	10	湿	
		6月	6.0	1.31	5	85	26	17	湿	
		8月	6.1	0.84	58	23	56	18	湿	
		10月	6.2	0.59	46	20	38	9	湿	
12月	6.3	0.27	15	13	18	3	湿			
石巻イチゴ	2011	6月	6.4	1.41	199	21	130	—	—	砂壤土。CEC 14.7 (meq)。海水50 cm浸水。パイプハウス。堆積泥土1 mm。パイプハウスのビニールをはいで除塩後にハウレンソウを作付け。かん水は地下水を逆浸透膜浄水器を通した浄水を使用。2012年6月サンプリング時はハウレンソウ作の終わりで土壌消毒前。2012年8月は土壌消毒後で, 表層に石灰散布。2012年9月にイチゴ定植。2012年10月以降は畝間の通路より採取。2012年12月に塩害発生時に見られる葉のふち枯れあり。
		10月	6.5	0.31	11	12	18	—	—	
	2012	1月	7.1	0.15	8	47	17	—	湿	
		4月	6.4	0.32	27	19	20	4	乾	
		6月	6.1	0.89	34	2	58	15	乾	
		8月	6.2	0.66	77	14	54	6	乾	
		10月	6.6	0.43	40	44	46	3	湿	
12月	6.2	1.23	129	14	83	17	湿			

地域と品目	採取年月		pH	EC (dS/m)	(mg/100g)			NO ₃ -N	土壤表面の水分状況	作付状況、生産者からの聞き取り、圃場の状態など
	年	月			Cl ⁻	交換性Na ⁺	水溶性Na ⁺			
石巻キュウリ1	2011	6月	6.7	0.91	80	51	87	—	—	<p>壇壤土。CEC 30.4 (meq)。海水30 cm浸水。鉄骨ハウス。2011年6月にソルゴーを播種、順調に生育しその後すきこみ。2011年10月はキュウリ抑制作で生育、収量ともに平年並。2012年1月にはキュウリ促成作定植直後、古葉にやや白斑あるが生育問題なし。2012年4月は古葉を中心に白斑が散見されるが生育・収量に問題なし。かん水は地下水で行う。2012年6月は促成作の終盤。白斑もあるが生育、収量ともに平年並み。2012年8月は前作の植物体をすき込み、鶏糞堆肥を施用し耕起したままで乾燥。2012年10月より品目をミニトマトに切り替え、定植直後。2012年12月は生育順調。地下水のECは2011年10月で0.99 (dS/m)、2012年8月で0.75 (dS/m)。</p>
		10月	6.7	0.61	24	51	52	—	—	
	2012	1月	6.2	2.54	185	101	151	—	湿	
		4月	7.2	0.53	63	71	64	3	湿	
		6月	6.5	1.37	20	141	30	22	湿	
		8月	6.3	2.02	186	52	155	46	乾	
		10月	6.4	1.46	127	58	108	32	乾	
		12月	6.3	2.41	224	80	175	66	乾	
石巻キュウリ2	2011	6月	7.1	1.43	91	31	81	—	—	<p>壇土。CEC 19.4 (meq)。堆積泥土は数mm。鉄骨ハウス。2011年10月時は抑制作キュウリを作付中だが葉の黄変、枯死葉多数。2012年1月促成作キュウリの定植直後。2012年4月、古葉から葉脈を残して白斑が生じており、悪化すると葉脈まで黄化。枯死株多い。2012年6月は促成作の終盤で、枯死による欠株目立つ。収穫はできているが側枝の発生が極端に少なく、収量は平年よりも少ない。2012年8月は抑制作に切り替わっていたがすでに萎れが見られる。2012年10月は側枝も出たおらず枯死株多数。2012年12月は前作の植物体を撤去した後、耕耘していない状態。かん水は地下水で行っており、地下水のECは2011年6月で2.78 (dS/m)、2012年4、6、8、10月でそれぞれ4.2、4.0、3.9、3.4 (dS/m)。</p>
		10月	6.2	1.87	273	19	69	—	—	
	2012	1月	6.9	0.67	61	48	55	—	湿	
		4月	6.5	0.87	82	37	67	14	湿	
		6月	6.6	0.83	17	62	43	7	湿	
		8月	6.7	0.34	29	11	26	3	乾	
		10月	6.3	0.77	93	17	46	7	湿	
		12月	6.5	0.55	55	18	33	4	乾	
石巻キュウリ3	2011	6月	—	—	—	—	—	—	—	<p>壇土または壇壤土。CEC 17.5 (meq)。鉄骨ハウス。「石巻キュウリ2」圃場との距離100 mほど。2012年4月からのサンプリング。4月は促成作の中盤で、収量は平年並みだが下、中位葉に白斑がみられる。6月は促成作の終盤で、側枝の発生が少ない株も散見される。8月は抑制作定植直後であり、萎れは見られない。10月は抑制作の途中で収穫中だが側枝の発生が少なく、下位葉に白斑が見られるほか、上位葉はカッピング症状が散見される。12月は次作へ向けて耕耘した直後であり、表層は乾いていた。灌水は地下水で行っており、地下水ECは4、6、8、10、12月でそれぞれ2.4、2.9、3.4、3.3、3.7 (dS/m)。</p>
		10月	—	—	—	—	—	—	—	
	2012	1月	—	—	—	—	—	—	—	
		4月	6.2	0.24	24	18	13	2	湿	
		6月	5.8	0.44	47	14	24	2	湿	
		8月	5.7	0.45	39	7	23	11	湿	
		10月	5.6	0.53	53	13	27	9	湿	
		12月	5.6	1.16	120	33	42	21	乾	
石巻キュウリ4	2011	6月	—	—	—	—	—	—	—	<p>壇土または壇壤土。CEC 21.7 (meq)。鉄骨ハウス。「石巻キュウリ3」圃場との距離170 mほど。キュウリ促成。4月は促成作の中盤で生育・収量ともに平年並み。6月は促成作の終盤で、古葉は枯れがあるが老化とみられる。別棟で夏秋作を作付しており、側枝の発生少なく、最下位葉は白斑が生じる。8月は採取できず。10月は抑制作の途中で、収量、生育共に問題なし。12月は次作に向けて圃場準備のため耕耘直後。かん水は、地下水を用いており、4、6、10、12月でそれぞれ1.9、2.0、2.4、2.3 (dS/m)。</p>
		10月	—	—	—	—	—	—	—	
	2012	1月	—	—	—	—	—	—	—	
		4月	7.0	0.82	65	58	60	13	湿	
		6月	7.0	0.85	78	33	69	11	湿	
		8月	—	—	—	—	—	—	—	
		10月	6.8	0.46	36	20	24	6	湿	
		12月	7.0	1.65	62	83	55	24	乾	
亘理イチゴ1	2011	5月	5.6	2.44	400	13	215	—	—	<p>壇壤土。CEC 17.0 (meq)。パイプハウス。地下水はECが高いため使用できず、かん水量は不十分。2011年10月は定植済みだが生育悪い。2012年4月は枯死株多数で、生存株も草勢弱い。塩害発生時に見られる葉のふち枯れあり。畝内の土壌も硬化している。同年7月は作を終えて畝を崩し、耕耘した後に、地下水を用いて除塩を行っていた。このときのECは1.5 (dS/m)と高く、土壌は湿っていたが、土壌表面に白い析出物あり。土壌消毒前。同年10月には定植済。ハウス内の湿度もあり、順調に生育している。同年12月はかん水不足のため草勢弱く、葉の縁枯れあり。作中は畝間の通路からサンプリング。遠方まで水を汲みに行き、タンクに貯水した水をかん水に使用。</p>
		10月	6.1	0.81	92	73	95	—	—	
	2012	4月	5.9	0.83	46	45	67	8	乾	
		7月	6.4	0.23	17	38	30	0	湿	
		10月	5.4	0.42	34	27	42	2	湿	
		12月	6.1	0.36	23	28	39	3	乾	

地域 と 品目	採取年月		pH	EC (dS/m)	(mg/100g)			土壌表 面の 水分状 況	作付状況, 生産者からの聞き取り, 圃場の状態など	
	年	月			交換 性Na ⁺	水溶 性Na ⁺	NO ₃ -N			
亙理 イチゴ 2	2011	5月	—	—	—	—	—	—	埴壤土。CEC 16.6 (meq)。パイプハウス。2012年4月は塩害発生時に見られる葉のふち枯れが目立ち、枯死株多数。果実はスポーツ飲料のような味。同年7月は作が終了していたが、畝、植物体は残っている。土壌は乾燥気味で硬く、ビニルをはいでいないため雨水があたっていない。同年10月は定植済みだが草勢弱く、すでに枯死株あり。同年12月はかん水量も不足しており、枯死株が目立つ。「亙理イチゴ」圃場と同様に地下水が塩水化したため、遠方までから汲んできた水をかん水に使用。作中は畝間の通路からサンプリング。	
		10月	—	—	—	—	—	—		
	2012	4月	7.2	0.42	21	54	59	2		乾
		7月	6.7	0.77	53	48	77	5		乾
		10月	6.9	0.80	76	30	77	4		湿
		12月	6.6	0.71	38	69	24	4		乾
亙理 イチゴ 3	2011	5月	6.8	0.25	16	21	28	—	—	砂壤土。CEC 12.5 (meq)。パイプハウス。2012年4月は作の終盤で、生育、収量ともに平年並み。同年7月は耕起後の土壌消毒前で、土壌表面は乾燥気味だが10cm下からは湿っている。ビニルをはいで雨水をあてた後張り直した模様。同年10月定植済み。生育に問題ないが、マルチ下の畝の表層数mmに白い析出物がある(Cl ⁻ , 水溶性Na ⁺ , 交換性Na ⁺ はそれぞれ165, 139, 0 mg/100g)。同年12月は収穫中で草勢強く結実も多い。かん水は自宅から上水道をひいて行う。作中は畝間の通路からサンプリング。
		10月	6.8	0.43	54	33	42	—	—	
	2012	4月	6.5	0.37	13	19	25	1	湿	
		7月	6.2	0.49	19	23	34	11	乾	
		10月	6.9	0.40	24	11	40	3	湿	
		12月	6.5	0.28	9	12	21	6	湿	
亙理 イチゴ 4	2011	5月	6.3	1.31	177	30	132	—	—	砂壤土。CEC 11.5 (meq)。パイプハウス。2011年の作はかん水量の不足により生育悪い。2012年4月は作の途中で放棄したため4月時点ですべての株が枯死。同年7月は畝を崩して耕耘した後、ビニルをはいで雨水をあてていた。土壌は適度に湿っているが、以前よりも土が硬くなったとのこと。同年10月は生育良好。同年12月は収穫中で、生育良好。かん水は遠方から水を汲みに行き、貯水したものを利用。作中は畝間の通路からサンプリング。
		10月	7.5	0.27	8	68	38	—	—	
	2012	4月	6.7	0.41	16	31	42	3	乾	
		7月	7.0	0.10	3	26	23	1	乾	
		10月	6.1	0.66	8	14	55	20	湿	
		12月	6.2	0.35	3	26	21	10	湿	

別表2 露地畑における土壌の化学性の推移と調査時の状況

地点 名	採取年月		pH	EC (dS/cm)	(mg/100g)			調査時の 作付の 有無	クラスト の有無	土性/ CEC (meq)
	年	月			交換性 Na ⁺	水溶性 Na ⁺	NO ₃ -N			
露地 1	2011	6月	6.2	1.89	285	23	175	—	—	壤土/ 17.3
		7月	7.2	0.26	3	19	24	—	—	
	2012	5月	7.5	0.14	0	13	10	有	無	
		11月	—	—	—	—	—	—	—	
露地 2	2011	6月	5.6	0.30	21	10	17	—	—	埴壤土/ 26.6
		7月	5.5	0.16	7	15	6	—	—	
	2012	5月	5.6	0.26	9	30	9	有	無	
		11月	—	—	—	—	—	—	—	
露地 3	2011	6月	8.0	0.46	3	28	65	—	—	壤土/ 14.6
		7月	7.8	0.35	3	29	37	—	—	
	2012	5月	7.5	0.16	1	14	14	無	無	
		11月	—	—	—	—	—	—	—	
露地 4	2011	6月	7.9	0.42	8	65	64	—	—	壤土/ 20.4
		7月	7.8	0.47	32	102	57	—	—	
	2012	5月	6.9	0.24	1	27	20	有	無	
		11月	—	—	—	—	—	—	—	

地点名	採取年月		pH	EC (dS/cm)	(mg/100g)			調査時の 作付の有無	クラスト の有無	土性/ CEC (meq)
	年	月			交換性 Cl ⁻	水溶性 Na ⁺	Na ⁺			
露地 5	2011	6月	7.8	0.33	9	91	48	—	—	埴壤土/ 19.6
		7月	7.3	0.29	11	121	34	—	—	
	2012	5月	7.8	0.14	2	72	16	無	有	
		11月	7.7	0.19	0	41	16	有	無	
露地 6	2011	6月	—	—	—	—	—	—	—	壤土/ 17.1
		7月	7.4	0.37	24	16	27	—	—	
	2012	5月	7.5	0.10	0	11	7	無	無	
		11月	—	—	—	—	—	—	—	
露地 7	2011	6月	—	—	—	—	—	—	—	埴壤土/ 22.1
		7月	7.1	0.14	2	90	16	—	—	
	2012	5月	8.1	0.14	0	108	16	無	有	
		11月	7.5	0.08	0	63	11	無	有	
露地 8	2011	6月	—	—	—	—	—	—	—	埴壤土/ 26.1
		7月	7.7	0.38	8	114	46	—	—	
	2012	5月	7.8	0.16	0	56	20	無	有	
		11月	—	—	—	—	—	—	—	
露地 9	2011	6月	—	—	—	—	—	—	—	埴壤土/ 19.9
		7月	6.4	0.13	7	82	20	—	—	
	2012	5月	6.6	0.08	1	78	13	無	有	
		11月	6.1	0.11	1	29	9	有	無	
露地 10	2011	6月	—	—	—	—	—	—	—	埴壤土/ 22.5
		7月	7.0	0.32	12	103	39	—	—	
	2012	5月	7.7	0.15	1	100	24	無	有	
		11月	6.9	0.17	1	73	21	有	有	
露地 11	2011	6月	—	—	—	—	—	—	—	埴土/ 22.5
		7月	7.2	0.45	35	112	51	—	—	
	2012	5月	8.2	0.15	1	65	22	無	有	
		11月	7.5	0.20	0	98	28	有	有	
露地 12	2011	6月	—	—	—	—	—	—	—	埴壤土/ 24.7
		7月	7.2	0.16	12	60	17	—	—	
	2012	5月	7.5	0.07	1	41	6	無	有	
		11月	6.5	0.19	0	36	5	有	無	