

(資 料)

岩手県のカラマツ採種園の土壌化学性*

蓬田 英俊

Soil chemical properties at larch seed orchard in Iwate Prefecture

Hidetoshi YOMOGIDA

要 旨

採種園における種子増産を目的として施肥をする場合、採種園土壌の化学性を知った上で肥料設計することが重要と考えられる。近年種苗の需要が高まっているカラマツについて、岩手県が管理作業を実施している3か所のカラマツ採種園から土壌を採取し、化学性の分析を行った。3か所の採種園はいずれも火山灰由来の土壌の特徴を示したが、千貫石採種園がその特徴が顕著であった。岩手県における作物別土壌改良目標値や岩手県内のカラマツ林下の土壌化学性に関する既往のデータと比べると、いずれの採種園の土壌もpHは同等のレベルであったが、土壌ECや交換性石灰が低い傾向を示した。土壌の採取は春と冬の2回行ったが、pH(H₂O)が春に採取した土壌でわずかに低かった以外は、明確な傾向は認められなかった。今後採種園の施肥管理を検討する上での参考値としたい。

キーワード：カラマツ，採種園，土壌，化学性分析，火山灰土壌

目 次

はじめに	18
1. 調査の概要と調査方法	18
1.1 調査地の概要	18
1.2 土壌の採取位置	19
1.3 採取後の土壌試料の処理	19
1.4 分析方法	19
2. 結果と考察	19
2.1 各採種園の土壌特性	19
2.2 採種園間の比較	22
2.3 土壌採取時期による違い	23
2.4 江刺採種園の地形による成分の違い	23
謝辞	23
引用文献	23

* 本研究は、生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」の助成を受けて実施した。

はじめに

カラマツ採種園から生産される種子の多寡には、多くの要因が影響していると考えられているが、土壌の化学性や施肥量もその要因の一つとして挙げられている¹⁾。しかし、土壌の化学性や施肥量が着花量に及ぼす影響については、様々な事例が報告されているが、いまだ定説は得られていない¹⁾。この原因の一つとして、採種園の土壌条件の違いが考えられ¹⁾、カラマツ採種園の今後の施肥管理を考える上で土壌条件を把握することは重要と考えられる。また、当センターの各採種園も地形や土壌母材の違いなど様々な条件下にあり、その違いも考慮する必要がある。

これまで、採種園の土壌分析を行った例は多くない。そこで今回、岩手県が管理する採種園の土壌条件を把握するため、化学性の分析を行ったので、その結果を資料として記録する。

1. 調査の概要と調査方法

1.1 調査地の概要

岩手県奥州市江刺稲瀬字瀬谷子にある江刺採種園(以下、「江刺採種園」という)と岩手県胆沢郡金ヶ崎町六原遠谷巾にある千貫石採種園(以下、「千貫石採種園」という)、国有林と協定を結び岩手県が採種園の管理作業を実施している岩手県久慈市侍浜町北野山国有林内の侍浜採種園(以下、「侍浜採種園」という)のカラマツ採種園を対象とした(図-1)。江刺採種園(写真-1)は奥州市北部、北上市境に近い位置にある。北上川から東方3 km、標高100mほどの台地にあり、採種園内に緩斜面の起伏がある。土地分類基本調査³⁾によると表層地質は火山性岩石ローム、土壌は黄色土壌(月館統)に分類されている。山谷・仙石¹⁹⁾は江刺採種園を詳細に調査している。その中で、同園の土壌は、①付近一帯には、第



写真-1 江刺採種園

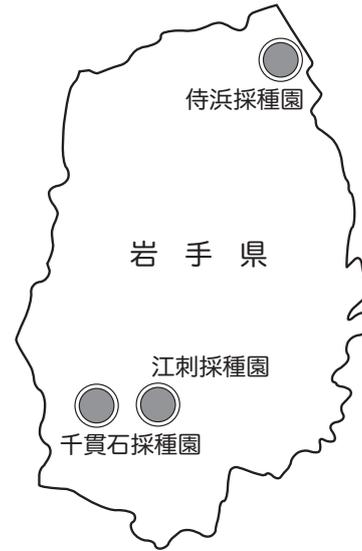


図-1 採種園位置図

新三系中新統の各種堆積岩が基底をなしているが、上部は砂礫層によっておおわれ、その上部には粘土、火山灰の堆積が見られる。②土壌は地形により赤黄色土壌と擬似グライ土壌に2分され、さらに擬似グライ土壌は粘土質母材と砂礫質母材のものに由来し、赤黄色土壌～擬似グライ土壌～擬似グライ土壌(礫型)が局所地形に対応して現れる土壌カテナを形成



写真-2 千貫石採種園



写真-3 侍浜採種園

している。③シルトや粘土が多く、透水性が悪く、土壤有機物に乏しく、塩基交換容量は埴質である場合には大きくないが、交換性塩基類は全層を通じて比較的多く、下層の火山性母材の土層以外は、リン酸吸収係数は大きくない、と記述している。

千貫石採種園（写真-2）は、胆沢郡金ケ崎町の北上川から西方9 km ほど離れた夏油川扇状地の扇頂部に位置し、標高200m ほどである。夏油川扇状地の扇頂付近は扇状地形成後に降下した累積性火山灰に由来する黒ボク土が分布している¹⁴⁾。また同地はほとんど開析が進んでいない¹⁵⁾ため、地形は平坦である。土地分類基本調査³⁾によると表層地質は未固結堆積物-砂礫、土壤図では黒ボク土（北方統）に分類されている。千貫石採種園を調査した事例はないが、同じ夏油川扇状地に立地する六原農場（岩手県立農業大学校圃場）内で行った小野ら¹³⁾による詳細な調査結果がある。それによると、防風林内の未耕地土壤は大部分黒ボク土壌となっており、有機物含量が高く、膨軟で緻密度が低いとしている。化学的性質は、腐植に富み、酸性で遊離のアルミニウムが多く、リン酸吸収係数が大きいなど、火山灰土壤の共通特性を示すとしている。

侍浜採種園（写真-3）は、久慈市北部の海岸から西側の内陸に5.5km の北上高地上の台地に位置し、標高は180m ほどである。地形は、尾根型の平坦斜面であるが、20度程度の勾配がある部分もある。

土地分類基本調査⁴⁾によると、表層地質は未固結堆積物-砂礫（火山灰層も含む）、土壤は淡色黒ボク土（小軽米統）に分類されている。付近の土壤を詳細に調査した事例は見当たらないが、北上高地においては、基盤は様々な岩石からなるが、全域にわたって火山灰の影響を受け、土壤は基岩風化物よりも、火山灰の影響を強く受けているところが多い¹⁶⁾とされており、侍浜採種園もその様に見受けられた。

1.2 土壤の採取位置

江刺採種園と千貫石採種園は100m × 100m 程度の区画に分けられ管理されているが、この区画ごとの1～4地点から土壤を採取した。また侍浜採種園は、全域内4地点から採取した（図-2）。

土壤試料の採取時期は、施肥の影響も考えられるため、季節を変えて年2回採取することとした。江刺採種園は2016年5月18日と2017年1月10日、千貫石採種園は2016年5月18日と2016年12月20日、侍浜採種園は2017年1月10日に行った。本稿

では5月に採取した土壤試料を「春採取」、12月および1月に採取した土壤試料を「冬採取」とする。なお、土壤試料は深さ10～20cmの間から生重量150g以上の土壤を採取した。

江刺採種園では、土壤試料を採取した場所の地形を、尾根部の平坦地を凸地形、谷状の平坦地を凹地形、その間の傾斜地を斜面として区分した。

1.3 採取後の土壤試料の処理

採取した土壤試料は、土壤含水比(g/g dry soil)を測定するための土壤試料を生重で2～3g程度分割した後、残りの生重150g程度を対象に国有林野土壤調査方法書¹²⁾に準じて試料調製を行った。冬採取は、採取後数日のうちに風乾したのに対し、春採取は、土壤含水比を測定する土壤試料を採取したのち、ビニール袋に入れたまま、冷蔵庫保管し、2018年1月に試料調整を行った。

土壤含水比の測定も国有林野土壤調査方法書¹²⁾に準じた。

1.4 分析方法

土壤の化学分析は、日東エフシー株式会社が実施した。分析項目・分析方法は表-1に示した。

得られた結果は、採種園ごと、分析成分ごとに平均値を求めるとともに、t検定により採種園間、採取時期間、地形間に差があるか多重比較を行った。

2. 結果と考察

2.1 各採種園の土壤特性

化学分析結果と土壤含水比の測定結果を、採種園、試料の採取時期ごとに付表-1～5に示した。また、各採種園の土壤特性を平均値として表-2に示した。表-2には比較のため、隣接地などで栽培されている果樹であるりんごの岩手県における作物別土壤改良目標値⁵⁾（以下、「りんご目標値」という）と土壤分析結果の例として、岩手県農業研究センター（岩手県北上市成田）のりんご園の結果⁶⁾（以下、「りんご園の結果」という）も併せて表記した。さらに、山林のデータとして、岩手県内のカラマツ林の結果¹⁸⁾（以下、「カラマツ林の結果」という）と全国の黒色土の結果⁹⁾（以下、「黒色土の結果」という）を示した。

3か所の採種園の土壤pH(H₂O)は弱酸性を示し(5.2～5.5)りんご目標値5.5と同等の結果であった。土壤

EC(mS/cm)は0.028～0.036の範囲にあり、りんご目標値の1/3程度となった。これは硝酸イオンをはじめとする溶存性カチオン、アニオンが少ないことを反映したと考えられる。可給態リン酸(mg/100g dry soil)は、6.25～11.53と、りんご目標値10.0と同等かやや低かった。交換性石灰(mg/100g dry soil)は9.5～56.5と、カラマツ林の結果252と比べても著しく低い値であった。交換性苦土(mg/100g dry

soil)は4.6～33.3、交換性カリ(mg/100g dry soil)は17.6～26.6となり、りんご園の結果であるそれぞれ48.1、42.2の半分程度となった。陽イオン交換容量(me/100g dry soil)は、15.8～30.0とりんご園の結果30.9と同等か低い値であった。リン酸吸収係数は、1220～2077と北上りんご園結果1550と比べ、採種園により差があった。塩基飽和度(%)は3.2～21.0とりんご目標値40と比べ低かったが、これは石灰飽

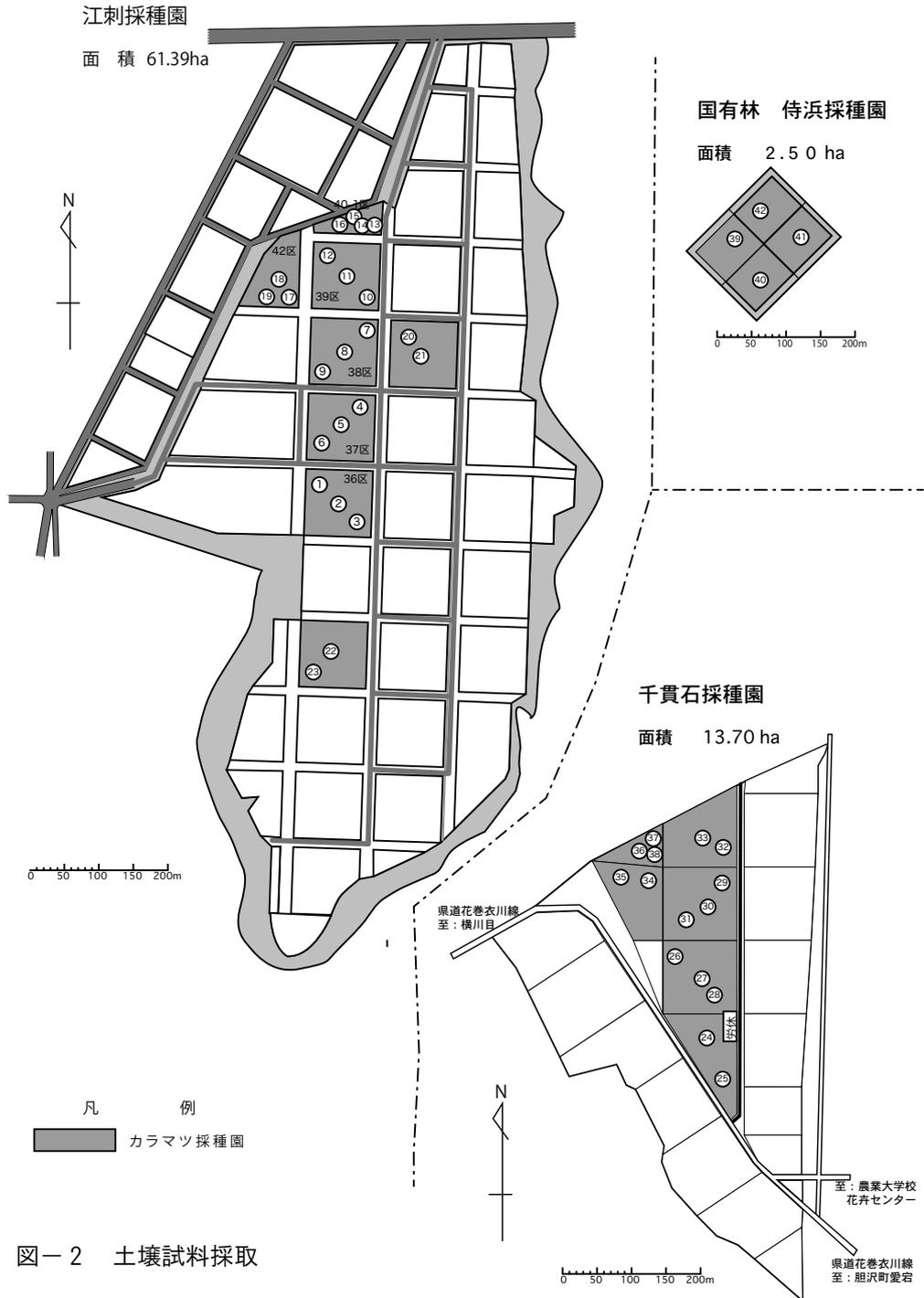


図-2 土壌試料採取

表一 1 土壌分析方法及び分析機器名称一覧

項目	単位	方法	分析機器の名称	参考文献
1 pH		ガラス電極法	pH計	土壌環境分析法 ²⁾ 第V章1
2 EC	mS/cm	1:5水抽出法	電気伝導度計	土壌環境分析法 ²⁾ 第V章4
3 硝酸態窒素	mg/100g	10%KCl法 SPAD分析法:ジアゾ還元法	分光光度計	土壌、水質及び作物体分析法 ¹⁾ 16 土壌環境分析法 ²⁾ 第V章17.A.
4 アンモニア態窒素	mg/100g	10%KCl法 SPAD分析法:インドフェノール法 Aトルオーグ法	分光光度計	土壌環境分析法 ²⁾ 第V章17.A.
5 可給態リン酸 (トルオグ法リン酸)	mg/100g	SPAD分析法:モリブデン酸法(マーフィー・ライリー法)	分光光度計	土壌、水質及び作物体分析法 ¹⁾ 23 土壌環境分析法 ²⁾ 第V章17.A.
6 交換性石灰	mg/100g	セミマイクロ・ショーレンベルガー法 SPAD分析法:オルトクレゾールフタレインコンプレキソン(OCPC)法	分光光度計	土壌、水質及び作物体分析法 ¹⁾ 18 土壌環境分析法 ²⁾ 第V章17.A.
7 交換性苦土	mg/100g	セミマイクロ・ショーレンベルガー法 SPAD分析法:キシリジルブルー1(XB-1)法	分光光度計	土壌、水質及び作物体分析法 ¹⁾ 18 土壌環境分析法 ²⁾ 第V章17.A.
8 交換性カリ	mg/100g	セミマイクロ・ショーレンベルガー法 SPAD分析法:炎光光度法	分光光度計	土壌、水質及び作物体分析法 ¹⁾ 19 土壌環境分析法 ²⁾ 第V章17.A.
9 陽イオン交換容量	me/100g	セミマイクロ・ショーレンベルガー法 SPAD分析法:インドフェノール法	分光光度計	土壌、水質及び作物体分析法 ¹⁾ 17 土壌環境分析法 ²⁾ 第V章17.A.
10 リン酸吸収係数		2.5%リン酸アンモニウム法 SPAD分析法:バナドモリブデン酸法	分光光度計	土壌、水質及び作物体分析法 ¹⁾ 21 土壌環境分析法 ²⁾ 第V章17.A.
11 腐植	%	SPAD分析法:熊田変法	分光光度計	土壌環境分析法 ²⁾ 第V章17.A.
12 塩基飽和度	%	陽イオン交換容量に占める交換性塩基(交換性カリ、交換性苦土、交換性石灰)の百分率		
13 石灰/苦土	当量比	交換性石灰と交換性苦土の当量比		
14 苦土/カリ	当量比	交換性苦土と交換性カリの当量比		
15 石灰飽和度	%	陽イオン交換容量に占める交換性石灰(当量)の百分率		
16 苦土飽和度	%	陽イオン交換容量に占める交換性苦土(当量)の百分率		
17 カリ飽和度	%	陽イオン交換容量に占める交換性カリ(当量)の百分率		

注)参考文献欄の土壌、水質及び作物体分析法は土壌機能モニタリング調査のための土壌、水質及び植物体分析法¹⁾を略して表記

表一 2 採取土壌の各分析項目の採種園平均値と採種園間の差

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	pH (H ₂ O)	EC	硝酸態 窒素	アンモニア 態窒素	可給態 リン酸	交換性 石灰	交換性 苦土	交換性 カリ	陽イオン 交換容量	リン酸 吸収係数	腐植	塩基 飽和度	石灰/苦土 当量比	苦土/カリ 当量比	石灰 飽和度	苦土 飽和度	カリ 飽和度
		mS/cm	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	me/100g		%	%	当量比	当量比	%	%	%
江刺採種園	5.5	0.034	0.29	3.13	11.53	44.6	19.9	26.6	15.8	1220	3.9	20.5	1.78	2.80	10.3	6.54	3.61
	a	a	a	b	a	a	b	a	c	b	b	a	a	b	a	a	a
千貫石採種園	5.2	0.036	0.55	5.15	8.83	9.5	4.6	18.5	30.0	2077	11.5	3.2	0.83	0.56	1.2	0.76	1.32
	b	a	a	a	a	b	c	a	a	a	a	b	b	c	b	b	b
侍浜採種園	5.5	0.028	0.05	4.55	6.25	56.5	33.3	17.6	19.5	1550	4.1	21.0	1.28	6.53	10.4	8.80	1.85
	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	b	a	ab	a	a	a	a
参考1																	
作物別土壌改良目標 値(りんご) ⁵⁾	5.5	0.10			10.0							40	4	2	31	7	2
岩手県農業研究セン ター(りんご園) ⁶⁾	5.4				19.2	252	48.1	42.2	30.9	1550		39.341	3.7649	2.6643	28.716	7.7252	2.8996
参考2																	
カラマツ林(山谷 か) ¹⁸⁾	5.7					252	30.6				16.9		5.8				
黒色土(河田) ⁹⁾	5.1														16.6	4.5	

注1) 春採取と冬採取を分けずに平均した

注2) 各採種園の上段が平均値

注3) 下段はt検定結果で、異なるアルファベットは5%水準以下で有意差あり、同じアルファベットは間では有意差ないが異なるアルファベット間では有意差あり

注4) 5%水準以下で有意差がある場合、a>b>cの順で平均値が高いことを示す

注5) 参考1に岩手県の作物別改良目標(りんご)⁵⁾と岩手県農業研究センター(北上市成田)のりんご園(地層位25-42cm)の値⁶⁾を示した

注6) 参考2に山谷ほか¹⁸⁾による岩手県姫神地区のカラマツ林で調査した結果(A層下部)の平均値と河田(1988)⁹⁾の全国の黒色土の結果を平均した値を示した

注7) 参考下線部は文献値から筆者が表の項目に合うように計算した結果を示した

表一 3 各分析項目の採取時期ごとの採種園平均値と採取時期間の差

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	pH (H ₂ O)	EC	硝酸態 窒素	アンモニア態 窒素	可給態 リン酸	交換性 石灰	交換性 苦土	交換性 カリ	陽イオン 交換容量	リン酸 吸収係数	腐植	塩基 飽和度	石灰/苦土 当量比	苦土/カリ 当量比	石灰 飽和度	苦土 飽和度	カリ 飽和度
		mS/cm	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	me/100g		%	%	%	%	%	%	%
江刺採種園春採取	5.5	0.036	0.58	2.92	8.4	41.4	17.7	25.0	15.1	1440	4.2	19.7	1.77	2.25	10.0	6.13	3.61
	5.6	0.032	0.04	3.31	14.3	47.4	21.9	28.0	16.4	1026	3.6	21.1	1.78	3.28	10.6	6.91	3.61
	*							**									
千貫石採種園春採取	5.1	0.039	0.89	4.67	8.6	5.0	1.4	18.9	30.2	2109	11.7	2.2	0.90	0.15	0.7	0.25	1.35
	5.3	0.034	0.26	5.55	9.0	13.4	7.3	18.2	29.8	2050	11.4	4.0	0.76	0.90	1.6	1.18	1.29
	**		**	*									*				

注1) t検定の結果5%水準で有意差ありは*, 1%水準で有意差ありは**で示した。有意差なしは表示なし。

表一 4 江刺採種園の地形ごとの平均値と t 検定結果

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	pH (H ₂ O)	EC	硝酸態 窒素	アンモニア態 窒素	可給態 リン酸	交換性 石灰	交換性 苦土	交換性 カリ	陽イオン 交換容量	リン酸 吸収係数	腐植	塩基 飽和度	石灰/苦土 当量比	苦土/カリ 当量比	石灰 飽和度	苦土 飽和度	カリ 飽和度
		mS/cm	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	me/100g		%	%	%	%	%	%	%
凸地形	5.5	0.034	0.03	3.31	13.3	51.2	22.6	40.8	16.9	1233	3.6	23.7	1.73	1.63	11.4	7.20	5.21
凹地形	5.6	0.030	0.06	3.31	16.9	42.0	19.1	14.0	15.9	779	3.5	17.3	1.94	4.77	9.5	6.00	1.87
								**	**				*				

注1) t検定の結果5%水準で有意差ありは*, 1%水準で有意差ありは**で示した。有意差なしは表示なし。

和度が低いことが原因と考えられる。河田⁶⁾は、カラマツの成長に及ぼす影響は0.2N/5HCl可溶P₂O₅、CaO及びMgO含有量、置換性Ca含有量の相違が主要なものであるとしている。また、山谷¹⁷⁾はカラマツの成長は交換性石灰の含量が多く膨軟な土壌で良好としている。今回の結果は、交換性石灰、石灰/苦土当量比、石灰飽和度が全体に低いことから、施肥管理指針の検討には、特に石灰分に留意する必要がある。

2.2 採種園間の比較

採種園間の違いについて春採取と冬採取を分けずに土壌化学分析結果を比較した(表一2)。pH(H₂O)は、江刺採種園と侍浜採種園は5.5であったのに対し、千貫石採種園は5.2とやや低かった。

塩基の主要成分である交換性石灰・苦土・カリのうち、交換性石灰(mg/100g dry soil)は江刺採種園44.6、侍浜採種園56.5とほぼ同様な値であったのに対し、千貫石採種園は9.5と著しく低かった。交換性苦土(mg/100g dry soil)も、侍浜採種園が33.3と高く、ついで江刺採種園の19.9に対し、千貫石採種園は4.6と著しく低かった。交換性カリ(mg/100g dry soil)は、江刺採種園の平均値がやや高い値を示したが、試料間の変動が大きく、採種園間の有意差は認められなかった。これに対し陽イオン交換容量(CEC)(me/100g dry soil)は、千貫石採種園で高く30.0、次いで侍浜採種園で19.5、江刺採種園で15.8であった。この結果、塩基飽和度(%)は、江刺採種園と侍浜

採種園は20.5と21.0であり差がなく、千貫石採種園は3.2と低い値となった。千貫石採種園では容量が大きいが、交換性石灰・苦土含量が低く、結果として飽和度が低いという結果になった。

腐植(%)は、千貫石採種園が11.5で江刺採種園の3.9、侍浜採種園4.1と比べ有意に高かった。弘法・大羽¹⁰⁾は、火山灰土壌表層度における陽イオン交換容量と有機物含量の間にはほぼ比例的な関係があることを報告している。このことから、千貫石採種園では特に腐植含量が多いことが、先に述べた高い陽イオン交換容量を示す要因である可能性が考えられた。

無機態窒素のうち、硝酸態窒素(mg/100g dry soil)は、千貫石採種園の0.55、江刺採種園は0.29、侍浜採種園の0.05の順で低くなったが、有意差はなかった。アンモニア態窒素(mg/100g dry soil)は、千貫石採種園の5.15、侍浜採種園の4.55の間では有意差がなかったが、最も低い江刺採種園の3.13とは有意差が認められた。

可給態リン酸(mg/100g dry soil)は、採種園間の差は認められなかったが、江刺採種園で11.5と最も高く、順に千貫石採種園が8.80、侍浜採種園が6.25と低い値になった。これに対しリン酸吸収係数は千貫石採種園が2077と有意に高く、侍浜採種園と江刺採種園は差がないが、1550、1220の順で低かった。3か所の採種園を比較すると、千貫石採種園でpH(H₂O)が低く、腐植の割合が高く、リン酸吸収係数が高いといった火山性土壌が示す特徴¹³⁾を最も強く示して

いた。表層土壌の土色や緻密度から見ると江刺採種園は粘土質で排水が悪く、千貫石採種園と侍浜採種園と大きく異なっているように見えるが、化学的性質から見ると、江刺採種園と侍浜採種園が類似するところが多く、千貫石採種園に違いが認められる項目が多い結果となった。

2.3 土壌採取時期による違い

江刺採種園、千貫石採種園で、それぞれ春採取と冬採取の平均値を比較した(表-3)。pH(H₂O)は江刺採種園の春採取が5.5、冬採取が5.6、千貫石採種園でも春採取平均が5.1、冬採取平均が5.3といずれの採種園でも春採取が低かった。

また千貫石採種園では、硝酸態窒素(mg/100g dry soil)の春採取が0.89、冬採取が0.26と春採取が高かったが、アンモニア態窒素(mg/100g dry soil)では、春採取が4.67、冬採取が5.55と冬採取が高かった。江刺採種園でも、有意差はないが硝酸態窒素(mg/100g dry soil)の春採取が0.58、冬採取が0.04と春採取が高く、アンモニア態窒素(mg/100g dry soil)では、春採取が2.92、冬採取が3.31と冬採取が高く千貫石採種園と同様の傾向であった。

さらに、リン酸吸収係数は、江刺採種園で冬採取より春採取が高く、苦土/カリは、千貫石採種園で冬採取より春採取が高かった。なお、今回の春採取試料は風乾前に、およそ半年の貯蔵期間を経ているため、土壌有機物に変化した可能性があり、得られた結果は、試料の差と保存による劣化、分析誤差が含まれる。

河原ら⁷⁾は、スギ、ヒノキ、アカマツの5カ所の林分を調査し、一般にアンモニア態窒素は、7月ないし8月にもっとも値が大きくなり、冬の12月ないし1月頃にもっとも小さくなるとし、硝酸態窒素に季節による変化は認められなかったとしている。今回の結果が既報⁷⁾と異なった理由として、春採取の試料を約半年間にわたり冷蔵庫で保管した影響が考えられる。しかし、全体としては、pH(H₂O)以外江刺採種園と千貫石採種園で共通して差が認められた項目はなく、冷蔵庫保管の影響も含めて、春と冬の採取時期による差は明確ではないと考えられる。

2.4 江刺採種園の地形による成分の違い

凸地、凹地、傾斜に3区分した局所地形のうち、凸地と凹地で土壌成分に差があるのか比較した(表-4)。その結果、交換性カリ、リン酸吸収係数、苦土

/カリに有意差が認められ、凸地形では凹地形と比べ、交換性カリ、リン酸吸収係数が高く、苦土/カリが低かった。山谷・仙石¹⁰⁾は、地形に対応して、凸地形では赤黄色土壌、凹地形では擬似グライ土壌となるとしているが、今回分類した地形に対応する化学的性質は、採種園間の差ほどの大きな差は認められなかった。

謝辞

本報告をまとめるにあたり国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所東北支所小野賢二博士には、多くの助言をいただいた。ここに感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 浅川澄彦(1965) カラマツの着花促進. 社団法人日本林業技術協会, 東京, 48-53.
- 2) 土壌環境分析法編集委員会編(1997) 土壌環境分析法. 427pp, 博友社, 東京.
- 3) 岩手県企画開発室(1976) 北上山系開発地域 土地分類基本調査「北上」. 岩手県企画開発室(北上山系開発), 岩手.
- 4) 岩手県企画開発室(1976) 北上山系開発地域 土地分類基本調査「久慈」. 岩手県企画開発室(北上山系開発), 岩手.
- 5) 岩手県(2017) 岩手県農作物施肥管理指針平成29年6月一部改定. 岩手県.
<https://www.pref.iwate.jp/sangyoukouyounougyou/nougyougijutsu/nouyaku1007706.html> (2020.1.15 確認)
- 6) 岩手県農業研究センター(2002) 主要農作物栽培基準, 岩手県農業研究センター.
<http://www2.pref.iwate.jp/~hp2088/index.html> (2020.1.15 確認)
- 7) 河原輝彦・堤利夫(1968) 森林土壌中の無機態窒素量に関する研究(I) その季節変化について. 京都大学農学部演習林報告 40, 157-168.
- 8) 河田弘(1962) カラマツ林の成長および有機物層の組成におよぼす土壌条件の影響(前山・桐原国有林). 林業試験場研究報告 136, 15.
- 9) 河田弘(1988) 森林土壌学概論, 博友社, 東京 148.
- 10) 弘法健三・大羽裕(1974) 火山灰土壌の腐植の集積要因および腐植が土壌の諸性質におよぼす影響 本邦火山灰土壌の生成論的研究(第8報). 日本土壌肥科学雑誌 45(6), 293-297.

- 11) 日本土壌協会 (2001) 土壌機能モニタリング調査のための土壌、水質及び植物体分析法 .321pp 日本土壌協会, 東京.
- 12) 農林省林業試験場・林野庁 (1955) 国有林野土壌調査方法書. 財団法人林野弘済会, 東京 22-23.
- 13) 小野剛志・小林進介・庄子貞雄 (1981) 岩手県夏油川扇状地の火山灰畑土壌の生成、理化学性と土地利用との関係. 日本土壌肥料科学雑誌 52(2),87-98.
- 14) 小野剛志・庄子貞雄 (1978) 岩手県北上市付近の火山灰土壌の生成について第2報母材と土壌生成. 第四紀研究 17(1),15-23.
- 15) 庄子貞雄・小野剛志 (1978) 岩手県北上市付近の火山灰土壌の生成について第1報地形と土壌生

- 成. 第四紀研究 16(4),247-254.
- 16) 仙石鉄也・山谷孝一 (1980) 岩手県久慈地方の海岸段丘土壌について. 林業試験場研究報告 309,55-66.
- 17) 山谷孝一 (1951) 青森宮林局管内に於けるカラマツ植栽林の土壌について (予報), 日本林学会東北支部会誌 1,41-46.
- 18) 山谷孝一・加藤亮助・森麻須夫・仙石鉄也・後藤和秋・長谷川浩一・横沢良憲 (1977) 東北地方におけるカラマツ人工林の成長と土壌条件. 林業試験場研究報告 293,78-80.
- 19) 山谷孝一・仙石鉄也 (1970) 北上山地西縁の台地土壌カタナについて. 日本林学会東北支部会誌 22,1-5.

付表-1 江刺採種園の分析結果 (2017年1月10日採取分)

番号	採取位置 採種園名 区画 行列	地形	採取 年月日	土壌の理化学性								土壌の本質性			塩基バランス						
				土壌 含水比	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				乾燥重量	pH	EC	硝酸態 窒素	アンモニア態 窒素	可給態 リン酸	交換性 石灰	交換性 苦土	交換性 カリ	陽イオン 交換容量	リン酸 吸収係数	腐植	塩基 飽和度	石灰/苦土	苦土/カリ	石灰 飽和度	苦土 飽和度	カリ 飽和度
1	江刺 36 15 20 凹地	2017/1/10	43.9	5.5	0.026	0.0	3.3	16.0	23.0	9.5	4.3	16	700	3.1	8.6	1.7	5.2	5.1	2.9	0.6	
2	江刺 36 10 13 凸地																				
3	江刺 36 5 6 凹地	2017/1/10	44.0	5.5	0.030	0.0	3.2	39.0	49.0	13.3	22.9	16	900	3.4	18.1	2.6	1.4	10.9	4.1	3.0	
4	江刺 37 6 20 斜面																				
5	江刺 37 13 13 凹地	2017/1/10	60.8	5.7	0.031	0.0	4.6	4.0	34.0	16.5	6.5	16	750	4.6	13.6	1.5	5.9	7.6	5.1	0.9	
6	江刺 37 18 6 凸地	2017/1/10	51.9	5.4	0.037	0.0	4.6	7.0	50.0	21.3	46.6	15	900	2.2	25.5	1.7	1.1	11.9	7.0	6.6	
7	江刺 38 5 20 凸地	2017/1/10	37.6	5.4	0.033	0.0	1.9	11.0	50.0	23.2	42.8	15	1150	2.3	25.6	1.5	1.3	11.9	7.7	6.1	
8	江刺 38 12 13 凸地	2017/1/10																			
9	江刺 38 20 5 凸地	2017/1/10	45.0	5.6	0.029	0.0	2.7	10.0	48.0	20.3	36.7	16	1100	3.2	21.9	1.7	1.3	10.7	6.3	4.9	
10	江刺 39 6 5 凹地	2017/1/10	36.8	5.7	0.024	0.0	2.8	7.0	47.0	25.5	5.1	15	700	2.6	20.3	1.3	11.7	11.2	8.4	0.7	
11	江刺 39 13 12 凹地	2017/1/10	49.9	5.5	0.029	0.1	2.5	11.0	51.0	11.3	14.8	16	750	3.7	16.8	3.2	1.8	11.4	3.5	2.0	
12	江刺 39 20 19 斜面																				
13	江刺 40-1 5 5 凸地																				
14	江刺 40-1 6 6 凸地	2017/1/10	59.1	5.7	0.033	0.0	3.5	8.0	52.0	15.8	37.0	18	1500	4.1	19.0	2.4	1.0	10.3	4.4	4.4	
15	江刺 40-1 10 7 凸地	2017/1/10	66.9	5.3	0.033	0.0	3.2	6.0	9.0	4.9	10.2	21	1750	8.3	3.7	1.3	1.1	1.5	1.2	1.0	
16	江刺 40-1 12 9 凸地	2017/1/10	53.4	5.5	0.042	0.1	3.1	22.0	69.0	24.6	71.0	23	1550	5.6	22.6	2.0	0.8	10.7	5.3	6.6	
17	江刺 42 6 5 斜面	2017/1/10	51.6	5.7	0.025	0.0	3.3	5.0	50.0	34.6	10.5	16	900	4.2	23.3	1.0	7.7	11.1	10.7	1.4	
18	江刺 42 13 12 凸地																				
19	江刺 42 13 5 凸地	2017/1/10	45.7	5.6	0.027	0.0	4.1	5.0	62.0	31.5	37.3	15	950	2.3	30.4	1.4	2.0	14.7	10.4	5.3	
20	江刺 10 5 17 凸地	2017/1/10	45.2	5.4	0.038	0.2	3.6	41.0	52.0	15.1	66.3	16	900	3.2	25.1	2.5	0.5	11.6	4.7	8.8	
21	江刺 10 9 9 凹地	2017/1/10	37.8	5.3	0.037	0.2	3.4	36.0	41.0	11.8	27.6	16	700	3.1	16.5	2.5	1.0	9.1	3.7	3.7	
22	江刺 32 13 11 凹地	2017/1/10	54.4	5.8	0.033	0.1	3.4	5.0	49.0	46.0	16.9	16	950	3.8	27.4	0.8	6.4	10.9	14.3	2.2	
23	江刺 32 6 6 凸地	2017/1/10	48.8	5.8	0.030	0.0	3.1	10.0	69.0	46.6	19.5	13	1300	1.6	39.9	1.1	5.6	18.9	17.8	3.2	

注) 空欄はサンプル採取なし

付表-2 江刺採種園の分析結果 (2016年5月18日採取分)

番号	採取位置 採種園名 区画 行列	地形	採取 年月日	土壌の理化学性								土壌の本質性			塩基バランス						
				土壌 含水比	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
				乾燥重量	pH	EC	硝酸態 窒素	アンモニア態 窒素	可給態 リン酸	交換性 石灰	交換性 苦土	交換性 カリ	陽イオン 交換容量	リン酸 吸収係数	腐植	塩基 飽和度	石灰/苦土	苦土/カリ	石灰 飽和度	苦土 飽和度	カリ 飽和度
1	江刺 36 15 20 凹地	2016/5/18	53.7	5.3	0.046	1.5	3.4	5.0	32.0	8.4	11.3	21	2150	7.6	8.6	2.7	1.7	5.4	2.0	1.1	
2	江刺 36 10 13 凸地	2016/5/18	33.8	5.7	0.050	1.4	3.8	7.0	43.0	20.3	44.7	17	2100	3.4	20.5	1.5	1.1	9.0	5.9	5.6	
3	江刺 36 5 6 凹地	2016/5/18	46.0	5.4	0.089	3.3	3.2	4.0	59.0	21.5	32.7	21	2150	6.5	18.4	2.0	1.5	10.0	5.1	3.3	
4	江刺 37 6 20 斜面	2016/5/18	34.0	5.4	0.066	2.3	2.9	4.0	50.0	11.4	12.4	25	2450	10.6	10.4	3.2	2.1	7.1	2.3	1.1	
5	江刺 37 13 13 凹地	2016/5/18	54.5	5.5	0.022	0.1	3.1	6.0	23.0	11.1	5.6	11	1150	4.4	13.5	1.5	4.6	7.5	5.0	1.1	
6	江刺 37 18 6 凸地	2016/5/18	40.4	5.3	0.027	0.0	2.5	5.0	15.0	10.2	5.0	11	950	4.4	10.4	1.1	4.8	4.9	4.6	1.0	
7	江刺 38 5 20 凸地	2016/5/18	45.0	5.4	0.021	0.0	1.9	7.0	61.0	23.6	27.7	14	1150	2.0	28.1	1.9	2.0	15.5	8.4	4.2	
8	江刺 38 12 13 凸地	2016/5/18	47.6	5.3	0.025	0.0	2.1	9.0	64.0	24.1	28.5	14	1150	1.9	29.2	1.9	2.0	16.3	8.5	4.3	
9	江刺 38 20 5 凸地	2016/5/18	50.5	5.4	0.025	0.1	3.4	7.0	32.0	10.5	13.4	13	1250	3.4	15.0	2.2	1.8	8.8	4.0	2.2	
10	江刺 39 6 5 凹地	2016/5/18	38.9	5.2	0.035	0.0	2.7	6.0	21.0	9.5	12.1	13	1150	3.5	11.4	1.6	1.8	5.8	3.6	2.0	
11	江刺 39 13 12 凹地	2016/5/18	35.1	5.5	0.025	0.0	2.4	9.0	30.0	17.5	55.6	13	1150	2.3	24.0	1.2	0.7	8.2	6.7	9.1	
12	江刺 39 20 19 斜面	2016/5/18	46.1	5.7	0.023	0.0	3.6	7.0	49.0	20.8	9.8	11	1150	4.4	27.2	1.7	5.0	15.9	9.1	1.9	
13	江刺 40-1 5 5 凸地	2016/5/18	54.4	5.5	0.023	0.0	2.5	6.0	50.0	28.5	38.8	13	1200	2.3	30.9	1.3	1.7	13.7	10.9	6.3	
14	江刺 40-1 6 6 凸地																				
15	江刺 40-1 10 7 凸地																				
16	江刺 40-1 12 9 凸地																				
17	江刺 42 6 5 斜面	2016/5/18	50.3	5.6	0.024	0.0	3.5	23.0	48.0	24.7	40.7	15	1150	3.0	25.3	1.4	1.4	11.4	8.2	5.8	
18	江刺 42 13 12 凸地	2016/5/18	57.1	5.4	0.039	0.0	2.8	21.0	44.0	22.9	36.5	15	1300	3.0	23.2	1.4	1.5	10.5	7.6	5.2	
19	江刺 42 13 5 凸地																				
20	江刺 10 5 17 凸地																				
21	江刺 10 9 9 凹地																				
22	江刺 32 13 11 凹地																				
23	江刺 32 6 6 凸地																				

注) 空欄はサンプル採取なし

付表 - 3 千貫石採種園の分析結果 (2016年12月20日採取分)

番号	採取位置 採種園名 区画 行列	地形	採取 年月日	土壌の理化学性								土壌の本質性				塩基バランス																					
				土壌 含水比 乾燥重量 基準	pH	EC	3 硝酸態 窒素	4 アンモニア態 窒素	5 可給態 リン酸	6 交換性 石灰	7 交換性 苦土	8 交換性 カリ	9 陽イオン 交換容量	10 リン酸 吸収係数	11 腐植 %	12 塩基 飽和度	13 石灰/苦土 当量比	14 苦土/カリ 当量比	15 石灰 飽和度	16 苦土 飽和度	17 カリ 飽和度																
																						mS/cm		mg/100g		mg/100g		mg/100g		me/100g		%		%		%	
																						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
24	千貫石 7 6 13	平坦	2016/12/20	102.2	5.3	0.038	0.2	6.4	9.0	0.0	7.3	30.9	36	2350	12.0	2.8	0.0	0.6	0.0	1.0	1.8																
25	千貫石 7 5 5	平坦	2016/12/20	88.2	5.4	0.032	0.1	4.9	4.0	1.0	4.6	25.4	27	2250	11.4	3.0	0.2	0.4	0.1	0.8	2.0																
26	千貫石 8 22 18	平坦	2016/12/20	117.0	5.1	0.043	0.8	6.7	11.0	3.0	5.6	21.3	38	2200	12.0	2.2	0.4	0.6	0.3	0.7	1.2																
27	千貫石 8 15 11	平坦	2016/12/20	84.5	5.4	0.069	1.0	6.0	5.0	113.0	37.0	20.1	31	1550	11.7	20.3	2.2	4.3	13.0	5.9	1.4																
28	千貫石 8 7 5	平坦																																			
29	千貫石 9 5 21	平坦	2016/12/20	88.3	5.2	0.028	0.1	5.9	16.0	0.0	2.7	14.3	27	2050	12.0	1.6	0.0	0.4	0.0	0.5	1.1																
30	千貫石 9 12 14	平坦																																			
31	千貫石 9 19 7	平坦	2016/12/20	102.8	5.3	0.035	0.2	5.5	4.0	5.0	6.6	25.7	32	2100	12.0	3.3	0.5	0.6	0.6	1.0	1.7																
32	千貫石 10 5 5	平坦	2016/12/20	93.5	5.3	0.029	0.1	6.6	14.0	0.0	5.8	16.8	27	2000	12.0	2.4	0.0	0.8	0.0	1.1	1.3																
33	千貫石 10 12 12	平坦	2016/12/20	85.7	5.3	0.027	0.1	5.1	7.0	0.0	0.0	11.1	27	1950	11.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9																
34	千貫石 12 5 21	平坦	2016/12/20	102.7	5.4	0.035	0.1	4.6	34.0	32.0	7.9	16.8	32	2050	12.0	5.9	2.9	1.1	3.6	1.2	1.1																
35	千貫石 12 14 22	平坦	2016/12/20	77.1	5.2	0.026	0.1	4.6	4.0	3.0	3.9	10.1	23	1800	8.1	2.2	0.6	0.9	0.5	0.8	0.9																
36	千貫石 13 6 5	平坦	2016/12/20	99.3	5.3	0.032	0.3	6.3	3.0	8.0	5.8	14.7	32	2200	12.0	2.8	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0																
37	千貫石 13 2 11	平坦	2016/12/20	94.1	5.3	0.024	0.2	5.1	3.0	5.0	2.4	13.0	32	2150	12.0	1.8	1.5	0.4	0.6	0.4	0.9																
38	千貫石 13 4 7	平坦	2016/12/20	76.5	5.3	0.028	0.1	4.5	3.0	4.0	4.9	16.6	23	2000	9.1	3.2	0.6	0.7	0.6	1.1	1.5																

注) 空欄はサンプル採取なし

付表 - 4 千貫石採種園の分析結果 (2016年5月18日採取分)

番号	採取位置 採種園名 区画 行列	地形	採取 年月日	土壌の理化学性								土壌の本質性				塩基バランス																					
				土壌 含水比 乾燥重量 基準	pH	EC	3 硝酸態 窒素	4 アンモニア態 窒素	5 可給態 リン酸	6 交換性 石灰	7 交換性 苦土	8 交換性 カリ	9 陽イオン 交換容量	10 リン酸 吸収係数	11 腐植 %	12 塩基 飽和度	13 石灰/苦土 当量比	14 苦土/カリ 当量比	15 石灰 飽和度	16 苦土 飽和度	17 カリ 飽和度																
																						mS/cm		mg/100g		mg/100g		mg/100g		me/100g		%		%		%	
																						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
24	千貫石 7 6 13	平坦	2016/5/18	93.9	5.0	0.045	1.3	5.8	4.0	0.0	0.6	21.1	32	2300	12.0	1.5	0.0	0.1	0.0	0.1	1.4																
25	千貫石 7 5 5	平坦																																			
26	千貫石 8 22 18	平坦	2016/5/18	106.5	4.7	0.069	2.5	4.1	11.0	6.0	2.1	25.5	37	2100	12.0	2.3	2.1	0.2	0.6	0.3	1.5																
27	千貫石 8 15 11	平坦	2016/5/18	76.2	5.0	0.051	1.4	4.8	5.0	23.0	7.8	21.2	25	1550	10.3	6.6	2.1	0.9	3.3	1.5	1.8																
28	千貫石 8 7 5	平坦	2016/5/18	69.2	5.3	0.019	0.1	3.6	4.0	0.0	0.0	13.6	24	2150	10.9	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2																
29	千貫石 9 5 21	平坦	2016/5/18	87.5	5.0	0.035	0.6	4.6	4.0	0.0	0.0	17.6	27	2200	12.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4																
30	千貫石 9 12 14	平坦	2016/5/18	94.9	5.4	0.020	0.0	4.6	11.0	2.0	0.0	15.1	32	2200	12.0	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	1.0																
31	千貫石 9 19 7	平坦	2016/5/18	98.7	5.0	0.052	1.4	5.1	9.0	11.0	3.1	24.1	32	2050	12.0	3.3	2.6	0.3	1.2	0.5	1.6																
32	千貫石 10 5 5	平坦	2016/5/18	92.5	5.0	0.051	1.3	5.4	7.0	1.0	1.1	24.0	28	2200	12.0	2.1	0.7	0.1	0.1	0.2	1.8																
33	千貫石 10 12 12	平坦	2016/5/18	79.5	4.9	0.038	0.9	4.5	31.0	3.0	0.9	18.8	29	1900	11.8	1.9	2.4	0.1	0.4	0.2	1.4																
34	千貫石 12 5 21	平坦	2016/5/18	106.4	5.3	0.026	0.3	4.4	6.0	8.0	0.0	12.4	37	2300	12.0	1.5	0.0	0.0	0.8	0.0	0.7																
35	千貫石 12 14 22	平坦																																			
36	千貫石 13 6 5	平坦	2016/5/18	97.6	5.3	0.023	0.0	4.5	3.0	1.0	0.0	14.3	29	2250	12.0	1.2	0.0	0.0	0.1	0.0	1.0																
37	千貫石 13 2 11	平坦																																			
38	千貫石 13 4 7	平坦																																			

注) 空欄はサンプル採取なし

付表 - 5 侍浜採種園の分析結果

番号	採取位置 採種園名 区画 行列	地形	採取 年月日	土壌の理化学性								土壌の本質性				塩基バランス																					
				土壌 含水比 乾燥重量 基準	pH	EC	3 硝酸態 窒素	4 アンモニア態 窒素	5 可給態 リン酸	6 交換性 石灰	7 交換性 苦土	8 交換性 カリ	9 陽イオン 交換容量	10 リン酸 吸収係数	11 腐植 %	12 塩基 飽和度	13 石灰/苦土 当量比	14 苦土/カリ 当量比	15 石灰 飽和度	16 苦土 飽和度	17 カリ 飽和度																
																						mS/cm		mg/100g		mg/100g		mg/100g		me/100g		%		%		%	
																						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
39	侍浜 1 6 15	斜面	2017/1/17	88.4	5.5	0.042	0.0	8.0	6.0	79.0	33.7	26.8	24	1850	6.1	21.1	1.7	2.9	11.7	7.0	2.4																
40	侍浜 2 27 10	平坦	2017/1/17	78.6	5.8	0.022	0.2	4.1	6.0	54.0	40.5	8.8	17	1400	4.0	24.2	1.0	10.8	11.3	11.8	1.1																
41	侍浜 3 24 33	平坦	2017/1/17	105.6	5.6	0.029	0.0	2.8	6.0	57.0	40.3	8.8	17	1300	4.0	24.8	1.0	10.7	12.0	11.8	1.1																
42	侍浜 4 6 27	平坦	2017/1/17	97.8	5.4	0.020	0.0	3.3	7.0	36.0	18.5	26.1	20	1650	2.2	13.8	1.4	1.7	6.4	4.6	2.8																