

上川地方における丘陵地土壤の銅および亜鉛欠乏の実態と資材施用効果

横井 義雄^{*1} 長谷川 進^{*2} 菊地 晃二^{*3}

上川地方の丘陵地土壤には母材と地形を要因とする微量要素問題があり、その要因解析と対策について示した。

- 1) 上川地方の丘陵地土壤を荒木らの分類法により区分すると酸性から塩基性のものまであり、化学性の差が大きかった。
- 2) 上川地方の丘陵地土壤の全亜鉛含量および全銅含量は母材が蛇紋岩>安山岩質火砕岩>流紋岩質溶結凝灰岩の順に高かった。
- 3) 有効態亜鉛含量および有効態銅含量は流紋岩質溶結凝灰岩を母材とする褐色森林土で欠乏限界以下で作物の欠乏症も確認された。
- 4) 亜鉛および銅欠乏は丘陵地上部の丘頂面および南部斜面の褐色森林土、基盤整備による多量の下層土混入でもは場に発生していた。また、銅欠乏は丘陵地上部の丘腹北斜面の暗色表層褐色森林土でも発生していた。
- 5) 亜鉛欠乏には硫酸亜鉛7水和物0.05Mg ha⁻¹、銅欠乏には硫酸銅5水和物0.02~0.04Mg ha⁻¹施用することで作物の乾物生産および子実収量が改善される。

キーワード：丘陵地、母材、亜鉛欠乏、銅欠乏、褐色森林土

1. はじめに

北海道上川地方は低地において稲作、丘陵地において畑作を主体とした農業を展開してきた。近年は低地において水田の転作が増加し、丘陵地の畑地では野菜作が増加し、多様な作付け体系となっている。上川地方の畑作については主に美瑛丘陵、鷹栖丘陵、和寒剣淵丘陵などで展開されている。これらの丘陵地は旭川を中心として、北海道中央部の南北に長く分布し、神居古潭帯²²⁾と十勝岳火山群の火砕流堆積地帯²⁾に位置する。

上川地方の丘陵地では北海道立農業試験場により地力保全基本調査にもとづく土壤統区分がなされ^{12), 13), 15), 16), 17)}、その成果は有効に活用されている。しかし、同じ土壤統内においても上川地方の丘陵地の土壤生成的特徴から土壤化学性の差異が大きく、作物生産

性に影響を与えていることが、その後の詳細な土壤診断により明らかになってきた^{10), 11)}。

土壤化学性の差異としては各丘陵地土壤の母材と地形に起因する亜鉛および銅などの微量要素の過不足^{8), 9)}が大きく、今後の多様な畑作農業の展開において解決しなければならない問題と考えられる。また、近年これらの地域では大規模機械化経営の定着のため、基盤整備による地形修正が実施され、それによる下層土の表土への多量混入により、一層、微量要素問題を拡大させている。そのため、上川地方の丘陵地ではこれらの要因解析と改善対策を早急に整理し、それらの知見を今後の農業生産や基盤整備に活用する必要がある。

本報では上川地方の丘陵地土壤で作物生産の障害となっている亜鉛および銅欠乏¹⁴⁾を予測するため、各丘陵地土壤の亜鉛および銅含量の実態を整理すると共に、作物に対する影響と各種資材の施用効果について報告する。

2. 方 法

1) 試験材料および分析方法

上川地方の各丘陵地における土壤の採取地点は図1に示した和寒剣淵丘陵 (①安山岩質火砕岩母材の暗赤色土および②洪積世堆積物母材の褐色森林土)、鷹栖丘陵

2004年2月15日受理

^{*1} 北海道立上川農業試験場 (現：北海道立農業大学校, 089-3675 中川郡本別町)

^{*2} 元北海道立上川農業試験場, 078-0397 上川郡比布町

^{*3} 元帯広畜産大学土地資源利用学講座, 080-8555 帯広市

(③超塩基性岩母材の褐色森林土), 美瑛丘陵 (④流紋岩質溶結凝灰岩母材の褐色森林土および灰色台地土), 旭川周辺の小規模丘陵地 (⑤洪積世堆積物の灰色台地土) である。

本地域の土壌の化学組成を整理するため Al_2O_3 , Fe_2O_3 と TiO_2 含量を分析し Araki, S and Kyuma, K の分類¹⁾により区分した。分析は土壌を800℃で2時間灰化後、微粉碎し1,000~1,300℃で4分融解後、ガラスビード試料を作成し、蛍光X線 (理学 system3070) で行った。

これらの土壌について亜鉛および銅含量を測定するため、硝酸-過塩素酸分解法による強酸可溶性亜鉛および強酸可溶性銅含量の分析を行った。

可溶性亜鉛および可溶性銅含量は乾土10g に対して $0.1mol\ L^{-1}$ 塩酸液50ml を加え30℃で1時間振とう後、濾過し、濾液を原子吸光法で分析した。また、陽イオン交換容量、腐植含量の分析を行った。

2) 作物生育実態調査および作物栽培試験方法

作物生育実態調査では亜鉛および銅欠乏が観察された美瑛丘陵 (図1) において、欠乏発生程度を現地ほ場で調査すると共に、土壌の可溶性亜鉛および可溶性銅含量を分析した。さらに、美瑛町大曲の代表的丘陵地形ほ場 (図4) において土壌断面調査を実施し土壌物理性 (粒径組成, 容積重, 三相分布), 土壌化学性 (陽イオン交換容量, 腐植含量, 強酸可溶性および可溶性の亜鉛および銅含量) の調査を行い, 母材や地形との関係について検討した。

亜鉛および銅欠乏土壌に対しては作物栽培試験を実施した。亜鉛の場合は現地の欠乏ほ場で、銅の場合はポット試験 ($1/5,000a$) を行った。亜鉛欠乏ほ場では硫酸亜鉛7水和物50kg ha^{-1} 施用した処理区^{20), 21)} を設けアズキを栽培した。銅欠乏のポット試験では硫酸銅5水和物を100kg ha^{-1} 施用した処理区⁹⁾ を設けて秋播コムギ (以下, コムギとする) を栽培し, 生育収量と欠乏発生程度を調査した。また, 収穫後に有効態亜鉛および有効態銅含量の分析も行った。

なお, 土壌分析は土壌標準分析・測定法⁷⁾により行った。

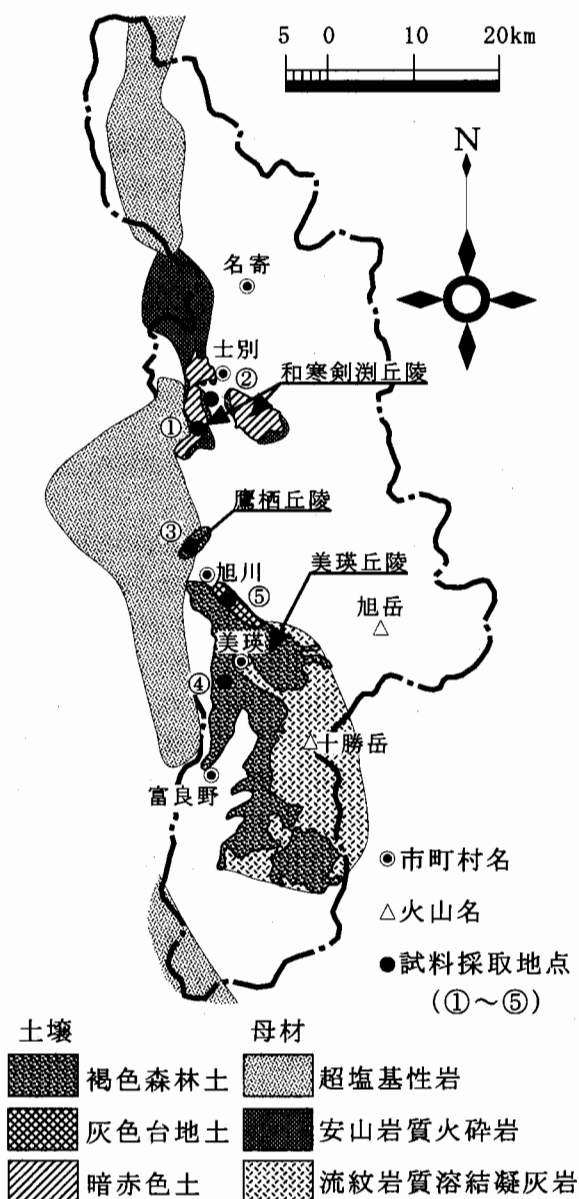


図1 上川地方の丘陵地土壌と母材の分布の概要 (国土庁土地局 1977, 20万分の1表層地質図および土壌図より作成)

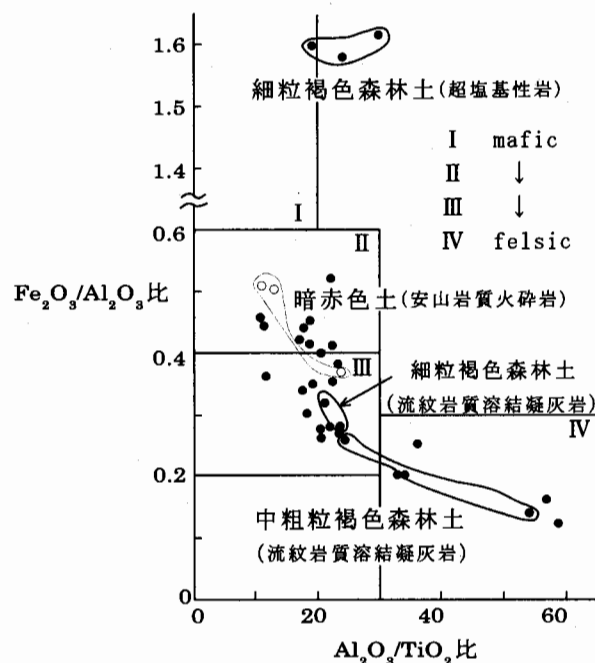


図2 Al_2O_3/TiO_2 比と Fe_2O_3/Al_2O_3 比の関係

3. 結果および考察

1) 上川地方の丘陵地における地質と土壌の化学成分

上川地方丘陵地の土壌は、石狩川水系の低地帯に沿った両側の丘陵地において、北部に暗赤色土および一部に褐色森林土、中部に灰色台地土および一部に褐色森林土、中南部に褐色森林土および一部に灰色台地土が分布している。図1に示すように、各丘陵地土壌は母材の分布が異なっているため母材の相違が土壌化学性に影響していると推察される。

上川の丘陵地土壌は Araki, S and Kyuma, K の分類法²⁾により区分すると、図2のように酸性から塩基性のものまで広く分布しており、微量元素含量の変異が大きい。同じ褐色森林土でも上川中部の鷹栖丘陵に分布する超塩基性岩を母材とする土壌では $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比が1.6と0.6を大きく越え、上川南部の美瑛丘陵に分布する流紋岩質溶結凝灰岩を母材とする土壌の0.35以下とは大きく異なった。また、和寒剣淵丘陵の安山岩質火砕岩を母材とする暗赤色土は超塩基性岩と流紋岩質溶結凝灰岩を母材とする褐色森林土の中間に位置した。また、同じ母材の褐色森林土でも粒径の違いにより $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ 比に差がみられた。このように、微量元素含量の変異に影響する母材を構成する化学組成の質に大きな差異があり、亜鉛および銅含量にも差があると推測された。

そこで、各丘陵地土壌の亜鉛および銅について強酸可溶性含量で比較した結果を図3に示す。母材の異なる各丘陵地土壌の強酸可溶性亜鉛含量は安山岩質火砕岩>超塩基性岩>流紋岩質溶結凝灰岩の順であり、明らかに流紋岩質溶結凝灰岩で少なかった。また、強酸可溶性亜鉛含量は下層ほど低い傾向にあった。

強酸可溶性銅含量は安山岩質火砕岩>超塩基性岩>流紋岩質溶結凝灰岩の順であった。なお、下層での含量の変化は少なかった。

2) 上川地方の丘陵地土壌における有効態亜鉛含量および有効態銅含量

各丘陵地土壌の可溶性亜鉛および可溶性銅含量を表1に示した。可溶性亜鉛含量は暗赤色土で高く、次いで灰色台地土であった。流紋岩質溶結凝灰岩を母材とする細粒褐色森林土と中粗粒褐色森林土では平均値が欠乏限界値 1.5mg kg^{-1} 以下²⁰⁾となっていた。

可溶性銅含量は可溶性亜鉛含量と同様な傾向を示した。特に、流紋岩質溶結凝灰岩を母材とする細粒褐色森林土と中粗粒褐色森林土では欠乏限界値 0.35mg kg^{-1} 以下^{8), 9), 18), 19)}の地点が確認された。このことは Araki, S and Kyuma, K の分類の結果とほぼ一致しており、これらのことから、丘陵地土壌で潜在的に微量元素欠乏の恐れがあるのは、流紋岩質溶結凝灰岩を母材とする褐色森

表1 上川地方の各丘陵地土壌の可溶性亜鉛および可溶性銅含量

土 壌 型	可溶性亜鉛含量 (mg kg^{-1})	可溶性銅含量 (mg kg^{-1})
中粗粒褐色森林土 (流紋岩質溶結凝灰岩) (n=16)	1.33 (0.80~3.00; 0.64)	1.18 (0.25~2.45; 0.62)
細粒褐色森林土 (流紋岩質溶結凝灰岩) (n=21)	1.38 (0.60~2.90; 0.53)	1.48 (0.30~4.60; 1.02)
灰色台地土 (洪積世段丘堆積物及び流紋岩質溶結凝灰岩) (n=24)	2.10 (1.00~3.35; 0.78)	1.72 (0.75~3.30; 0.67)
暗赤色土 (安山岩質火砕岩) (n=28)	2.58 (1.15~6.50; 1.02)	2.61 (1.25~4.25; 0.95)

注1) ~~~ は欠乏限界値以下を示す。欠乏限界値は $\text{Zn}: 1.5\text{mg kg}^{-1}$, $\text{Cu}: 0.35\text{mg kg}^{-1}$ 以下とした。

注2) 数値は平均値で、() 内は(最小値~最大値; 標準偏差)を示す。

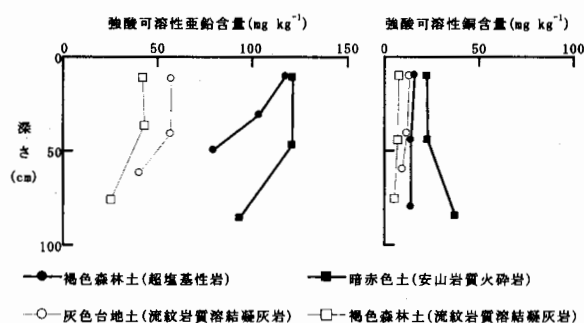


図3 母材の異なる各丘陵地土壌の強酸可溶性亜鉛および銅含量

林土であることが明らかになった。

以上から、上川中南部に位置する美瑛丘陵の流紋岩質溶結凝灰岩を母材とする褐色森林土は潜在的な亜鉛および銅欠乏土壌とみなされる。

3) 美瑛丘陵地土壌における亜鉛および銅欠乏の発生状況

上川中南部に位置する美瑛丘陵の褐色森林土では亜鉛および銅欠乏の懸念があり、その実態を明らかにするため現地での被害状況の調査を実施した。その結果を表2に示した。

(1) 亜鉛欠乏

亜鉛欠乏は流紋岩質溶結凝灰岩を母材とした腐植の少ない丘腹南斜面の褐色森林土と勾配修正工畑で多発し、トウモロコシとアズキで欠乏症状が激しかった。そのときの土壌の有効態亜鉛含量は 1.0mg kg^{-1} 以下であった。

丘腹南斜面に分布する中粗粒褐色森林土は作土の有効態亜鉛含量が低く、欠乏症が発生しやすい条件であった。また、丘頂起伏面に分布する細粒褐色森林土は有効態亜鉛含量が丘腹南斜面に分布する中粗粒褐色森林土より多かった。さらに、丘腹北斜面下部の腐植含量が高い暗色表層褐色森林土は集積作用により有効態亜鉛含量が比較的高かった。なお、丘頂平坦面に分布する細粒灰色台地土は有効態亜鉛含量が細粒褐色森林土と同程度であ

るが、現地調査では顕著な欠乏症状はみられなかった。

一方、基盤整備（勾配修正工）による多量の下層土混入も亜鉛欠乏を誘発していた。この要因としては丘陵地の下層土の有効態亜鉛含量が表3に示すように、全ての土壌型で欠乏限界の 1.5mg kg^{-1} より極度に低かったためと考えられる。

以上のことから、中粗粒質～粗粒質で、亜鉛欠乏は腐植含量が低く、かつ表土が浅く、下層土が多量に混入したほ場で発生の危険性が高いと考えられた。

(2) 銅欠乏

銅欠乏は流紋岩質溶結凝灰岩を母材とした土壌で発生し、特に開墾地病⁵⁾とも呼ばれているように、勾配修正工など基盤整備の実施で下層土が多量に混入したほ場で顕著であった。また、丘腹北斜面の暗色表層褐色森林土は細粒褐色森林土に比べ腐植含量が高く、特に腐植含有量が 5.0g kg^{-1} 以上の土層が厚く堆積している部分で顕著で、有効態銅含量が低かった。このことから、銅欠乏は腐植の集積^{5), 6)}が顕著な丘腹北斜面で発生しやすい³⁾ことを認めた。

以上のことから美瑛丘陵の代表的な地形において、図4に示すような地形条件から派生する規則的な土壌型を

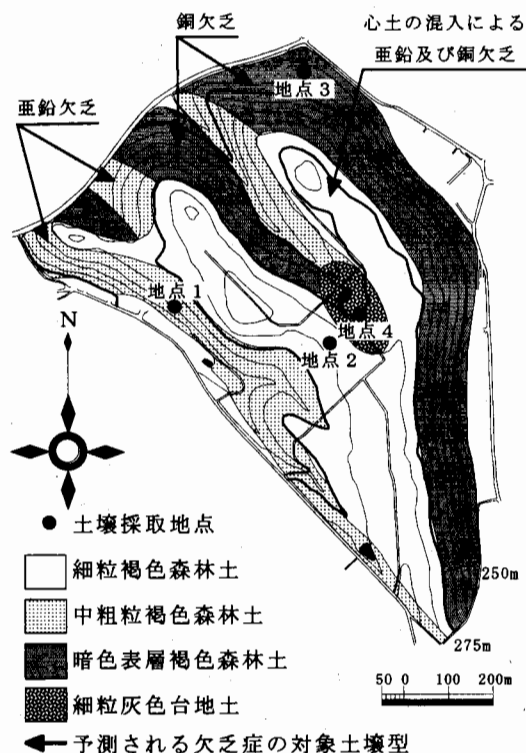


図4 美瑛丘陵の褐色森林土における欠乏症発生予測

表2 美瑛丘陵の褐色森林土における亜鉛および銅欠乏症の発生と土壌の亜鉛および銅含量

作物名	ほ場条件	地区	欠乏症の発症程度		可溶性含量(mg kg^{-1})		土壌の特徴
			亜鉛	銅	亜鉛	銅	
トウモロコシ	未施工	富良野市東山	+++	—	0.80	1.58	丘腹南斜面の褐色森林土
	未施工	美瑛町村山	+++	—	0.71	0.90	丘腹南斜面の褐色森林土
	勾配修正工畑	美瑛町藤井	+	—	1.37	1.00	褐色森林土の下層土の多量混入
	勾配修正工畑	美瑛町沼崎	++	—	1.19	0.40	褐色森林土の下層土の多量混入
アズキ	勾配修正工畑	美瑛町新区画	+++	—	1.00	0.45	褐色森林土の下層土の多量混入
	勾配修正工畑	美瑛町新区画	++	—	0.91	0.68	褐色森林土の下層土の多量混入
	勾配修正工畑	東神楽八千代	+++	+	0.60	0.25	褐色森林土の下層土の多量混入
秋コムギ	未施工	美瑛町北瑛	—	—	1.05	0.73	丘頂起伏面の細粒褐色森林土
	未施工	美瑛町北瑛	—	++	1.42	0.20	丘腹北斜面中部の暗色表層褐色森林土
	未施工	美瑛町北瑛	—	+++	1.10	0.30	丘腹北斜面下部の暗色表層褐色森林土
	勾配修正工畑	当麻町緑郷	+	+++	0.37	0.06	褐色森林土の下層土の多量混入

注) 欠乏症の発症程度は—(健全), +(少:葉枯程度), ++(中:葉基枯程度), +++(激:枯死・未登熟)とした。

表3 美瑛丘陵の代表的な地形に分布する褐色森林土の土壌理化学性

調査 地点	土 壌 型	層 位	土性	粒 径 組 成			容 積 重	土 壌 三 相			腐 植 含 量	陽 イ オ ン	強 酸 可 溶 性 含 量		可 溶 性 含 量		丘陵地地 形の位置
				(kg kg ⁻¹)				(m ³ m ⁻³)				交 換 容 量	(mg kg ⁻¹)		(mg kg ⁻¹)		
			(国際法)	砂	シルト	粘土	(kg m ⁻³)	固相	液相	気相	(g kg ⁻¹)	(cmol(+)kg ⁻¹)	亜鉛	銅	亜鉛	銅	
地点 1	中粗粒褐色森林土	表層	L	0.610	0.266	0.124	1.06	0.395	0.373	0.232	1.9	8.8	44	8	0.85	0.55	丘陵南斜面上～ 中部
		下層	SL	0.818	0.155	0.027	1.21	0.454	0.406	0.140	0.5	4.6	34	14	0.30	0.25	
地点 2	細粒褐色森林土	表層	LiC	0.519	0.219	0.263	1.31	0.462	0.303	0.235	1.9	9.2	40	16	1.35	1.90	丘頂起伏面
		下層	CL	0.479	0.275	0.246	1.65	0.607	0.348	0.045	0.5	7.6	32	18	0.45	0.65	
地点3	暗色表層褐色森林土	表層	LiC	0.481	0.248	0.271	0.92	0.351	0.393	0.156	7.6	23.8	40	18	3.50	0.35	丘陵北斜面下部
		下層	CL	0.516	0.241	0.244	1.06	0.418	0.440	0.142	5.2	21.2	46	16	0.30	0.35	
地点4	細粒灰色台地土	表層	LiC	0.451	0.283	0.267	1.36	0.488	0.322	0.190	2.2	10.2	34	16	1.45	2.10	丘頂平坦面
		下層	LiC	0.417	0.317	0.266	1.71	0.608	0.312	0.040	0.5	7.8	24	14	0.45	0.65	

※土壌分析値は図4に示した地点のもの。

表5 褐色森林土における秋コムギの銅欠乏に対する資材施用効果

土 壤	処 理	茎葉重 (Mg ha ⁻¹)	穂 重 (Mg ha ⁻¹)	子実重 (Mg ha ⁻¹)	可溶性銅含量 (mg kg ⁻¹)
暗色表層褐色森林土 (腐植含量 7.6g kg ⁻¹)	原土	3.60	3.50	0.00(稔実不良)	0.25
	硫酸銅 100kg ha ⁻¹	17.70	17.90	13.80	0.85
暗色表層褐色森林土 (腐植含量 10.0g kg ⁻¹)	原土	4.70	0.05	0.00(稔実不良)	0.25
	硫酸銅 100kg ha ⁻¹	17.50	18.55	14.25	0.65
中粗粒褐色森林土 (腐植含量 3.8g kg ⁻¹)	原土(造成土)	14.95	1.95	0.00(稔実不良)	0.25
	硫酸銅 100kg ha ⁻¹	20.35	20.90	16.35	2.50

※本試験はポット試験(1/5,000a)による。

表6 美瑛丘陵における亜鉛および銅欠乏土壌区分と対策指針

欠乏症	発生しやすい土壌条件	土 壌 区 分	対 策
亜鉛欠乏	可溶性亜鉛含量 1.5mg kg ⁻¹ 以下 腐植が少ない・高pH・下層土の混入	中粗粒褐色森林土・細粒褐色森林土 造成台地土	硫酸亜鉛 50kg ha ⁻¹ 施用 (5年間残効あり)
銅欠乏	可溶性銅含量 0.3mg kg ⁻¹ 以下 腐植が多く厚い・下層土の混入	中粗粒褐色森林土(造成台地土) 暗色表層褐色森林土	硫酸銅 20~40kg ha ⁻¹ 施用 (数年間残効あり)

表4 褐色森林土におけるアズキの亜鉛欠乏に対する資材施用効果

土 壤	処 理	茎葉重 (Mg ha ⁻¹)	子実重 (Mg ha ⁻¹)	可溶性亜鉛含量 (mg kg ⁻¹)
中粗粒褐色森林土 (腐植含量 1.8g kg ⁻¹)	原土	1.85	1.26(100)	1.16
	硫酸亜鉛 50kg ha ⁻¹	1.75	1.42(113)	2.17
中粗粒褐色森林土 (腐植含量 1.9g kg ⁻¹)	原土	2.27	2.38(100)	1.10
	硫酸亜鉛 50kg ha ⁻¹	2.77	3.18(134)	3.70

考慮することで欠乏症を予測できる。したがって、今後の場の使用や改良においてはその地形と土壌の規則性を考慮した銅および亜鉛欠乏に対する方策が可能と判断される。

4) 亜鉛および銅欠乏土壌に対する資材施用効果

ここでは美瑛丘陵の褐色森林土において亜鉛資材として硫酸亜鉛7水和物を、銅資材として硫酸銅5水和物を施用した効果について検討した(表4, 表5)。

(1) 亜鉛欠乏

亜鉛欠乏が認められる中粗粒褐色森林土や表土の浅い褐色森林土に対して改良資材としては硫酸亜鉛7水和物を50kg ha⁻¹施用した。その結果、アズキの生育異常は発生せず、乾物生産が向上し、子実重も増加した。さらに、収穫後の土壌の有効態亜鉛は欠乏限界値の1.5mg kg⁻¹を上まわっていた。

(2) 銅欠乏

銅欠乏土壌ではコムギの稔実が不良となるなど農業生産において多大な被害を与えている¹²⁾。表5に示すように暗色表層褐色森林土と中粗粒褐色森林土(勾配修正畑)の無処理区ではコムギの茎葉の乾物生産が明らかに劣り、かつ稔実不良のため収穫は皆無となった。これに

対して、硫酸銅5水和物を施用した処理区は茎葉の乾物生産が旺盛となり稔実は著しく向上した。また、硫酸銅5水和物を施用した処理区の収穫後の可溶性銅含量は欠乏限界値0.35mg kg⁻¹を上まわっていた。ただし、暗色表層褐色森林土では同量の銅資材の施用でも腐植に固定される銅が多く、土壌の可溶性銅含量の上昇は腐植の少ない中粗粒褐色森林土に比べ低かった。

本報の結果および従来の報告^{9), 20), 21)}を基に上川地方の丘陵地土壌における亜鉛および銅欠乏に対する対策指針を表6に提示した。

4. ま と め

上川地方の丘陵地土壌における亜鉛と銅の欠乏実態とその対策を要約すると以下のようにまとめられる。

- 1) 上川地方の丘陵地土壌の母材は超塩基性岩、安山岩質火砕岩、流紋岩質溶結凝灰岩が代表である。土壌の化学性はこれら母材の影響を強く受けていた。
- 2) 丘陵地土壌を Araki, S and Kyuma, K の分類法により区分すると酸性から塩基性のものまであり、微量元素含量の変異が大きかった。
- 3) 各丘陵地土壌の強酸可溶性亜鉛および強酸可溶性銅含量は安山岩質火砕岩>超塩基性岩>流紋岩質溶結凝灰岩の順であった。
- 4) 有効態亜鉛含量は暗赤色土で高く、次いで灰色台地土であった。流紋岩質溶結凝灰岩を母材とする細粒褐色森林土と中粗粒褐色森林土では欠乏限界以下であった。有効態銅含量も中粗粒褐色森林土(勾配修正畑)で欠乏限界値以下となることが確認された。
- 5) 亜鉛欠乏は腐植の少ない丘腹南斜面の中粗粒褐色森林土で多発していた。また、勾配修正工等の基盤整備

による多量の下層土混入で発生した。

- 6) 銅欠乏は基盤整備は場の中粗粒褐色森林土に発生していた。さらに、丘腹北斜面の腐植含量の高い土層が厚く堆積している暗色表層褐色森林土でも発生していた。
- 7) 亜鉛および銅欠乏土壌に対しては、硫酸亜鉛7水和物を 50kg ha^{-1} 、硫酸銅5水和物を $20\sim 40\text{kg ha}^{-1}$ 施用することで作物の乾物生産および子実収量が改善された。

謝 辞 本試験を実施するにあたり、ご協力頂いた美瑛町農業協同組合および美瑛町、また、試験指導を頂いた北海道立中央農業試験場生産システム部長稲津脩博士に謝意を表する。

引用文献

- 1) Araki, S and Kyuma, K. "Lithological grouping of red and/or yellow colored Soil materials based on total chemical composition and quartz content". *Soil Sci. Plant Nutr.* 31, 391-401 (1985).
- 2) 池田保夫, 向山 栄. "北海道富良野一旭川地域の火砕流堆積物の層序と対比", *地質学雑誌*. 89, 1983. 163-172.
- 3) 大羽裕, 永塚鎮男. "土壌生成分類学", 養賢堂, 1988. p.108-113.
- 4) 国土庁土地局. "土地分類図, 北海道IV上川支庁, 縮尺1:200,000". 1977.
- 5) 堤道雄, 大平幸次, 藤原彰夫. "腐植質火山灰土壌における銅欠乏について (第1報), 大麦の生育に及ぼす銅およびその他の微量元素, 石灰, 堆肥の施用効果". *日本土肥誌*. 38, 459-465 (1967).
- 6) 堤道雄, 大平幸次, 藤原彰夫. "腐植質火山灰土壌における銅欠乏について (第4報), 層位別にみた土壌による銅の吸着". *日本土肥誌*. 39, 131-136 (1968).
- 7) 日本土壌肥料学会. "土壌標準分析・測定法". 博友社, 1986.
- 8) 長谷部俊雄, 水野直治. "北海道網走地方にみられる麦類の生育異常に関する研究. 第1報 発生地の分布とその土壌的特性ならびに予備的対策試験", *北海道立農試集報*. 19, 63-79 (1969).
- 9) 長谷部俊雄, 宮脇忠・水野直治. "北海道網走地方にみられる麦類の生育異常に関する研究. 第2報 醸造用大麦に対する硫酸銅施用効果と土壌化学性との関係" *北海道立農試集報*. 21, 103-111 (1970).
- 10) 横井義雄. "稔りの大地—美瑛の土壌と農業—". 美瑛町農業協同組合, 美瑛町, 大雪地区農業改良普及所, 北海道立上川農業試験場編. 1989. p.237-245, p.44-139.
- 11) 北海道立上川農業試験場, 美瑛町農業協同組合. "美瑛町土壌診断のための土壌類型区分図". 1989.
- 12) 北海道立上川農業試験場. "地力保全基本調査成績書, 士別地域士別市". 1969.
- 13) 北海道立上川農業試験場. "地力保全基本調査成績書, 士別地域剣淵町・和寒町". 1973.
- 14) 北海道立上川農業試験場. "微量元素欠乏・過剰写真集, 微量元素欠乏 (Zn, Cu)・過剰 (Ni) 発生予察図の作成と利用", 北海道立上川農業試験場調査資料. 5, 41-72 (1990).
- 15) 北海道立中央農業試験場・北海道立上川農業試験場. "地力保全基本調査, 鷹栖町土壌図". 1984.
- 16) 北海道立中央農業試験場. "地力保全基本調査成績書, 十勝岳西山麓地域・上富良野町・富良野市". 1974.
- 17) 北海道立農業試験場. "地力保全基本調査成績書, 十勝岳西山麓地域, 美瑛町". 1974.
- 18) 水野直治, 鎌田賢一, 稲津 脩. "三笠市丘陵地帯のコムギの銅欠乏と不稔発生条件". *日本土肥誌*. 52, 334-338 (1981).
- 19) 水野直治, 鎌田賢一, 山田 進. "泥炭地土壌におけるコムギの銅欠乏". *日本土肥誌*. 52, 381-384 (1981).
- 20) 横井義雄, 菊地晃二. "十勝地方におけるトウモロコシの亜鉛欠乏に関する研究, 第1報トウモロコシの亜鉛欠乏とその実態について". *北農*. 44, 12-27 (1977).
- 21) 南松雄, 古山芳広, 土居晃郎. "亜鉛欠乏に起因する玉ねぎの生育障害". *北海道立農試集報*. 23, 20-30 (1971).
- 22) 渡辺暉夫. "神居古潭帯:日本の地質1「北海道地方」". 北海道地方編集委員会編, 共立出版, 1990. p.24.

Actual Condition and Measures for Zinc and Copper Deficiency Frequently Occurred in the Soils of Hilly Land with Different Parent Materials in Kamikawa District, Hokkaido

Yoshio YOKOI^{*1}, Susumu HASEGAWA^{*2} and Koji KIKUCHI^{*3}

Summary

Problems of trace Zinc and Copper deficiency frequently occurred in the soils of hilly lands in Kamikawa district. These problems have causes in parent material and topography. Analysis of factors and measures for it were examined and summarized as follows.

- 1) According to the classification by Araki, S and Kyuma, K (1985), they belonged from acidic to basic criteria. There was a large difference in the amounts of trace elements.
- 2) Contents of soluble zinc and copper in strong acid were larger in soils with parent material of andesitic pyroclastic rock > ultramafic rock > rhyolitic welded tuff.
- 3) Contents of available zinc and copper were lower than the deficiency limit in the brown forest soils with parent material of rhyolitic welded tuff. Symptoms of deficiency were observed in crops.
- 4) Zinc deficiency frequently occurred in the brown forest soils located in southern hill slope area. Zinc deficiency was also caused by the mixing of subsoil in farmland consolidation. Copper deficiency occurred in the brown forest soils in the fields of farmland consolidation. Same deficiency symptom was also observed in the dark surface brown forest soil located in the northern hill slope area.
- 5) Dry matter production and grain yield of crop was improved by applying zinc sulfate 7 hydrate at 50 kg ha⁻¹ for zinc deficiency, and by applying copper sulfate 5 hydrate at 20-40 kg ha⁻¹ for copper deficiency.

Key words: hilly land, parent material, zinc deficiency, copper deficiency, brown forest soil

^{*1} Hokkaido Kamikawa Agricultural Experiment Station, (Present; Hokkaido College of Agriculture, Honbetsu, Hokkaido, 089-3675 Japan)

E-mail: y-yokoi@star.agri.pref.hokkaido.jp

^{*2} The old post; Hokkaido Kamikawa Agricultural Experiment Station, Pippu, Hokkaido, 078-0397 Japan

^{*3} The old post; Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido 080-8555 Japan