

## 9. ニッケル (Ni)

Ni の元素としての性質は、1751年に Cronstedt によって明らかにされたが、植物中の存在は、Forchhammer(1855)が、オ-ク中に見出すまで立証されなかった<sup>41)</sup>。その後のジメチルグリオキシムによる微量 Ni 測定法の開発と改良によって 1925年に Mc Hargue は、微量の Ni が多くの植物に存在することを見出した。その後の分析法の進歩によって Ni がほとんどの植物に存在することが見出されている<sup>41)</sup>。少数の研究者によって Ni がジャガイモ<sup>41)</sup>、ブドウ<sup>41)</sup>、コカブ<sup>8,9)</sup>、水稻<sup>26)</sup>などの植物に有利な効果を示すという報告がなされているが、Ni はほとんどの植物に見出される多くの元素の中で、その必須性が証明されていない元素のうちの一つである<sup>41)</sup>。最近の研究によると、天然物から抽出された核酸、とくに RNA がかなりの量の金属を含むことが明らかにされ、タバコモザイクウイルス RNA は、Ni 0.5gatom/1molRNA を含むことが示されている<sup>53)</sup>、14-1表参照)。一方、多くの植物が害作用を受けるほど多量の Ni を天然に含む土壌が世界各地に分布していることが知られている<sup>41)</sup>。

植物の Ni 含有量は、植物種、部位、成熟度、採取時などによって変動するが、通常、0.10 ~ 5ppm (乾物当たり)の範囲にあるとされている<sup>49)</sup>。野菜<sup>1,2,5)</sup>、果樹<sup>1,2,19,43)</sup>、穀類<sup>2,28,32,45)</sup>、豆類<sup>2)</sup>、牧草<sup>36,46,47)</sup>、桑<sup>2)</sup>、アサ<sup>2)</sup>については天然賦存量(自然含有量)が報告されている。また、蛇紋岩土壌における植物の生育障害と植物体の Ni 含量に関する研究も多数あり<sup>4,6,10-13,15,16,18,21-23,33,34,37,39-41,44)</sup>、蛇紋岩土壌における植物の生育障害の主な原因が多量に含有される Ni によるものであるとされている。蛇紋岩土壌に生育する植物には、エンバク、カブ、大豆、トウモロコシ、ビ-ト、ジャガイモなどのように障害の発生しやすい植物種と、裸麦、小麦、チモシ-、オ-チャ-ドグラス、ノガリヤスなどのように観察上生育障害の見られない植物があること<sup>6,27)</sup>、植物体中の Ni 濃度と土壌中の置換性 Ni の間には明らかな相関があること<sup>15,21,27,40,41)</sup>、土壌の置換性 Ni は土壌 pH の上昇により反比例的に減少し、植物体内の Ni 濃度もそれに伴って減少し、生育障害も消失してくること<sup>10)</sup>、植物体内の Ni 濃度は土壌の置換性 Ni が同一であっても植物の種類によって大差があり、生育障害は植物別 Ni 吸収濃度に関係なく、植物体の Ni 濃度が土壌の置換性 Ni に対して正比例的に増減する植物で障害が大きいこと<sup>10)</sup>などが明らかにされている。

植物に対する過剰の Ni の害作用は、Haselhoff(1893)によってトウモロコシとインゲンの培養液栽培で最初に指摘された。それ以来、多くの研究者によって多くの植物種に対する Ni の強い害作用が培養液、砂耕及び土耕栽培実験で立証されている。例えば、8ppm の Ni が大麦を枯死させること<sup>41)</sup>、0.5ppm の Ni がソバにクロロシスを起こすこと<sup>41)</sup>、2ppm の Ni がタバコ、インゲン及び大麦に有害であること<sup>41)</sup>、エンバクについても Ni が有害であること<sup>41)</sup>、桑で 8  $\mu$  M の Ni が過剰障害を発生させること<sup>39)</sup>などが培養液栽培で明らかにされている。

砂耕栽培では、数種の豆類と穀類で鉄を Ni に交換すると全ての場合生育が停止すること<sup>41)</sup>、培養液中の Ca, Mg, N, K が低い場合及びリン酸が高い場合は、Ni の害作用が激しくなること<sup>41)</sup>などが明らかにされ、多くの作物について Ni 障害症状の全段階が砂耕栽培で作り出されている<sup>41)</sup>。

土壌を用いたポット栽培による Ni の害作用に関する試験でコカブでは、pH の低い土

壌及び全炭素と塩基置換容量の小さい土壌では Ni 30ppm 施用で顕著な生育障害が発生するが、pH が高く全炭素及び塩基置換容量の大きい土壌では土壌中の Ni 濃度(添加)が 60ppm でも障害は認められないこと<sup>9)</sup>、顕著な生育障害の発現した土壌における障害発現限界(収量 20%減収点)は、根部、葉部とも Ni 土壌添加濃度が 30ppm の時であり、土壌中 Ni 濃度が 35ppm になると根部の生育が半減し、50ppm で葉部の生育が半減すること<sup>8)</sup>、根部、新葉、旧葉の Ni 含有率がそれぞれ 75, 100, 125ppm 以上になると生育障害が発現すること<sup>8)</sup>が報告されている。大麦では、水溶性 Ni (塩化ニッケル) 1100ppm 添加までは発芽にはほとんど影響しないが、550ppm 以上で初期生育が抑制されること、そのときの植物体中 Ni 濃度が 89.1ppm であること及び非水溶性 Ni (酸化ニッケル) では、1100ppm 添加まで発芽と初期生育にはほとんど影響しないことが明らかにされている<sup>25)</sup>。エンバクでは Ni 100ppm (硫酸ニッケル) で葉脈に沿って黄化が起こり、次いで白化し、ついには枯死することが明らかにされている(蛇紋岩土壌で起こるエンバクの生育障害と同一症状である)<sup>34)</sup>。水稻では、水溶性 Ni (塩化ニッケル) を 500 及び 1000ppm 添加すると発芽がやや遅れ、200ppm では初期生育がかなり抑制され 500ppm 以上ではほとんど生長せず枯死すること、200ppm 施用区の植物体中の Ni 濃度は 62.4ppm であること、一方、非水溶性 Ni (酸化ニッケル) は、Ni 1000ppm まで発芽、初期生育とも影響を与えないが濃度の上昇とともに植物体中の Ni 濃度は増加することが報告されている<sup>25)</sup>。また、硫酸ニッケル 25 ~ 200ppm (Ni として) 施用試験で、200ppm 区に初期生育の抑制と出穂期の 2 ~ 3 日の遅れが認められたが、生育期間中に Ni 過剰障害の可視的症狀は認められないこと、精籾収量が硫酸ニッケル施用で 4 ~ 17%、酸化ニッケル施用で 20 ~ 30%それぞれ減収することが報告されている<sup>26)</sup>。50 ~ 1000ppm の Ni (塩化ニッケル) 施用試験で、250ppm 以上で著しい生育障害を発現し、500, 1000ppm 区では枯死する<sup>31)</sup>が、100ppm 以下の施用量では、水稻の生育にほとんど影響しないこと<sup>29)</sup>が報告されている。さらに、塩化ニッケルを施用した試験で、192ppm で水稻各部位の Ni 濃度が急激に上昇し、200ppm から著しい生育障害を発現し、1250ppm で枯死することが明らかにされている<sup>28)</sup>。これら穀類の試験から水溶性 Ni の毒性が非水溶性 Ni より大きく<sup>25,26)</sup>、かつ植物による吸収量も大きいこと<sup>25)</sup>、吸収された Ni が容易に子実に移行すること<sup>26,28,29,31)</sup>が報告されている。陽ら(1973)<sup>35)</sup>は、トウモロコシ幼植物を用いた試験で、鉍質土壌では Ni 50ppm の添加で根の生育が著しく低下するが、250ppm までは地上部に明確な生育低下は現れないこと、腐植質土壌では、地上部、根部とも生育量は低下しないこと、地上部に明らかな過剰障害が認められたのは Ni 1000ppm 以上で、鉍質土壌で著しいことを報告している。温州ミカンについては、中島(1963)<sup>14)</sup>が T-Ni 328.7ppm を含む輝緑岩土壌に硫酸ニッケルを 0.01% 以上添加すると、ミカン幼樹に Ni 過剰症が発現することを見出し、石原ら(1971)<sup>20)</sup>は、硫酸ニッケルを 1.0me/100g 土壌 施用した火山灰土壌に生育させたミカン苗木で Ni 過剰による生育障害を見出している。ナシでは、石原ら(1969)<sup>22)</sup>が、3年間で 10 ~ 40g/ポットの硫酸ニッケルを施用した火山灰土壌での Ni 過剰による生育障害を報告している。茶については、向笠と小川(1970)<sup>38)</sup>が、品種ヤブキタでは、Ni 5ppm 以上で、品種タカチホでは 20ppm で、それぞれ Ni 過剰障害が発現することを報告している。

Ni 過剰症状の早期あるいは初期段階では、明確な症状は現れないが、萎縮したり、生育が抑制される。過剰のNiは、普通鉄欠乏症状に似ていると記述されているクロロシスを起こす。穀類では、クロロシスは白あるいは明黄色のシマ状であり、双子葉植物ではマダラ状である。トマトでは、Mn欠乏に似ていると言われている(Hewitt, 1953)<sup>41)</sup>。カンキツ類のNi過剰症は、Zn欠乏に似ていると報告されている(Vanselow, 1951)<sup>41)</sup>。さらに、過剰障害が激しい場合は、クロロシスに続いてネクロシスが起り、ついには枯死する<sup>41)</sup>。

Ni過剰の指標植物としては、イワナズナ(*Alyssum bertholonii*)が知られている<sup>41)</sup>。水溶性Niは非水溶性Niよりその植物に対する毒性が大きく、かつ植物によく吸収されることが明らかにされている<sup>25-27)</sup>。また、吸収されたNiは、地上部へ容易に移行し<sup>7-9, 14, 17, 20, 22, 35, 38, 39, 41)</sup>、穀類の子実中のNi濃度は、土壌への施用量の増加に伴って増加すること<sup>26, 28, 29, 31)</sup>も明らかにされている。また、キレ-トNiは、ほとんど完全にその毒性を失い、植物に全く吸収されないと報告されている<sup>41)</sup>。

MoとNiの間に拮抗関係があり、蛇紋岩土壌に生育し、障害が発現しているミカンにMoを葉面散布すると、栄養障害が治癒し、葉と細根のNi含量が低下し、葉のCaとMo、細根のMo含量が増加し、葉は健全葉の状態に近づいていくことが報告されている<sup>16)</sup>。また、ナシでも同様の関係があることも報告さ

れている<sup>22)</sup>。蛇紋岩風化物の混入土壌でタマネギにZn欠乏が起り、これらZn欠乏の発生しているタマネギではNi含量が高いと報告されている<sup>4)</sup>。

## 文 献

- 1) 農業技術研究所化学部土壌化学第3研究室・蚕糸試験場化学部土壌肥料研究室：昭和48年度特別研究「農用地土壌の特定有害物質による汚染の解析に関する研究」推進会議資料(農林水産技術会議事務局編)、p.23 - 28, 34 - 38(1974)
- 2) 志波清時・児平文雄：日本土壌肥料学雑誌、22, 310 - 312(1951)
- 3) 市倉恒七ら：大阪府農業技術センタ - 研究報告、No.7, 33 - 41(1970)
- 4) 南 松雄ら：北海道立農業試験場集報、No.23, 20 - 30(1971)
- 5) 野菜試験場環境部土壌肥料研究室：「農用地土壌の特定有害物質による汚染の解析に関する研究」2, 昭和47年度成績書、p.75 - 76(1973)
- 6) 増田敏春・佐藤亮八：北海道立農業試験場集報、No.8, 37 - 48(1961)
- 7) 日下昭二ら：兵庫県農業試験場研究報告、No.18, 71 - 74(1970)
- 8) 渡辺和彦・日下昭二：中国農業研究、No.42, 60 - 62(1971)
- 9) 永井 操：肥検回報、26(No.1), 22 - 44(1973)
- 10) 水野直治：北海道立農業試験場集報、No.15, 48 - 55(1968)
- 11) 尾山光雄：農業及び園芸、36, 1811 - 1812(1961)
- 12) 大塚恭司・高橋幸雄：日本土壌肥料学雑誌、33, 461 - 464(1962)
- 13) 大塚恭司・高橋幸雄：日本土壌肥料学雑誌、33, 509 - 512(1962)
- 14) 中島芳和：高知大学学術研究報告、12、自然科学、43 - 52(1963)
- 15) 石原正義ら：園芸試験場報告、A - 7, 1 - 28(1968)
- 16) 石原正義ら：園芸試験場報告、A - 7, 29 - 37(1968)
- 17) 石原正義ら：園芸試験場報告、A - 7, 39 - 54(1968)
- 18) 石原正義ら：園芸試験場報告、A - 7, 55 - 72(1968)
- 19) 石原正義ら：園芸試験場報告、A - 10, 55 - 98(1971)
- 20) 石原正義ら：園芸試験場報告、A - 10, 131 - 154(1971)
- 21) 石原正義ら：園芸試験場報告、A - 7, 73 - 92(1968)
- 22) 石原正義ら：園芸試験場報告、A - 8, 31 - 52(1969)
- 23) 石原正義ら：園芸試験場報告、A - 8, 53 - 72(1969)
- 24) 山根忠昭ら：島根県農業試験場研究報告、No.11, 52 - 66(1973)
- 25) 早瀬達郎ら：農業技術研究所肥料化学科資料、No.120, 25 - 36(1968)
- 26) 今井太磨雄ら：兵庫県農業試験場研究報告、No.19, 43 - 44(1971)
- 27) 水野直治・小林荘司：日本土壌肥料学雑誌、42, 214 - 220(1971)
- 28) 農事試験場環境部水質研究室：昭和47年度試験研究成績書、p.36 - 41, 42 - 69, 70 - 94, 96(1973)
- 29) 永井 操：肥検回報、26(No.4), 30 - 54(1973)
- 30) 加藤 保ら：愛知県農業総合試験場研究報告、A - 5, 80 - 84(1973)
- 31) 上田弘美・田中 彰：鳥取県農業試験場研究報告、No.12, 31 - 38(1972)
- 32) 九州農業試験場環境第2部土壌肥料第2研究室：九州農試「土壌汚染」資料、No.2, 44 - 46(1973)
- 33) 塩谷惣次・金子 力：日本土壌肥料学雑誌、16, 203 - 204(1942)
- 34) 増田敏春：北海道立農業試験場集報、No.11, 52 - 58(1963)
- 35) 陽 捷行ら：東海近畿農業試験場研究報告、No.25, 48 - 56(1973)
- 36) 大原久友ら：帯広畜産大学学術研究報告、No.7, 472 - 487(1972)
- 37) 向笠芳郎・小川 茂：静岡県茶業試験場研究報告、No.3, 143 - 149(1970)
- 38) 向笠芳郎・小川 茂：同上、No.3, 149 - 156(1970)
- 39) 蚕糸試験場：「永年作物における微量金属の異常吸収に関する研究」現地検討会資料、p.23 - 47(1969)
- 40) 二見敬三ら：兵庫県農業試験場研究報告、No.18, 78 - 82(1971)
- 41) A. P. Vanselow: In "Diagnostic Criteria Plants and Soils(H. D. Chapman ed.)", Calif. Univ. Div. Agric. Sci., p.302 - 309(1966)
- 42) H. H. Le Riche: J. Agric. Sci., 71, 205 - 207(1968)
- 43) G. R. Bradford and R. B. Harding: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 70, 252 - 256(1957)
- 44) P. C. Williams: Nature, 214, 628(1967)
- 45) I. Hoffman et al.: J. Sci. Food Agric., 13, 423 - 425(1962)
- 46) G. A. Fleming: ibid., 14, 203 - 208(1963)
- 47) B. G. Davey and R. L. Mitchell: ibid., 19, 425 - 431(1968)
- 48) W. H. Allaway: Adwan. Agron., 20, 235 - 274(1968)
- 49) V. Sauchelli: "Trace elements in Agriculture(Van Nostrand Reinhold Company)", p.217 - 218(1969)

- 50)横橋五郎・鈴木庄亮訳：「環境汚染病（医歯薬出版）」、p.323 - 325 (1974)  
原著：G. Waldbott “Health Effects of Environmental Pollutants” (1973)
- 51)山添文雄ら：「改訂詳解肥料分析法（養賢堂）」、p.240 - 247(1973)
- 52)農林省肥料機械課監修：「ポケット肥料便覧（農林統計協会）」、p.205 - 227  
(1975)
- 53)高松美一：化学の領域、増刊90号、p.320 - 339(1970)

9-1表 植物体のニッケル(1)

植 物 名 (学 名)	栽 培 式	組 織	齢・生育段階・産地・条件・採取時など	N i p p m (乾物)					研究者(年)			
				欠乏	低	中	高	過 剰				
カリフラワー	露 地	可 食 部	収穫期 品種:スノークイン			1.61			農業技術研究所化学部 土壌化学第3研究室(1974) <sup>1)</sup>			
ブロッコリー			火山灰洪積土 品種:ミドリ早生			1.28						
キャベツ ( <i>Brassica oleracea</i> )	圃 場	葉	長野県上田市付近産			0.87			志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup>			
	露 地	可 食 部	収穫期 火山灰洪積土 品種:早どり			1.50						
			沖 積 土 品種:長岡早春			2.44						
ハクサイ	露 地	可 食 部	収穫期 火山灰洪積土 品種:交配60日			1.39			農業技術研究所化学部 土壌化学第3研究室(1974) <sup>1)</sup>			
			沖 積 土 品種:王将			1.28						
サラダナ	露 地	可 食 部	収穫期			1.12						
レタス			火山灰	品種:ペンレイク			1.39					
アスパラガス			洪積土	品種:メリーワシントン			3.92					
ネギ				品種:夏のぼり			0.54					
タマネギ ( <i>Allium cepa</i> )	ポット	茎 葉	品種:大阪中高、収穫期、水田作土			0.33-0.51	0.63	5.00	市倉恒七ら(1970) <sup>3)</sup>			
		鱗 茎	Ni 0.10,25,50,100,250ppm 添加					0.38				
	圃 場	茎 葉	空知産 移植45日後			7.6			南 松雄ら(1971) <sup>4)</sup>			
		鱗 茎	品種:札幌黄 収穫期			6.5						
茎 葉		富良野産 移植45日後			12.5-21.8	18.4-36.3						
鱗 茎	収穫期			15.8	22.5							
ニンジン	露 地	可 食 部	収穫期、火山灰洪積土、品種:新黒			0.51			農技研化学部土化3研(1974) <sup>1)</sup>			
ダイコン	露 地	作物体	収穫期、三重県高鷲村産			2.6			野菜試環境部土肥研(1973) <sup>5)</sup>			
		可 食 部	収穫期、火山灰洪積土、品種:白秋			0.82			農技研化学部土化3研(1974) <sup>1)</sup>			
カブ ( <i>Brassica rapa</i> )	圃 場	地 上 部	7月採取					79.2	増田敏春・佐藤亮八(1961) <sup>6)</sup>			
			蛇紋岩土壌 泥炭土					84.4				
	温 室 ポット	地 上 部	根 部	品種金町コガ、明石川沖積土(pH6.25)			7.1	16.7	145.0	日下昭二ら(1970) <sup>7)</sup>		
				Ni 0.0,0.05,0.25g/ポット 添加、成熟期			<2.5	19.0	160.0			
		ポット	新 葉	根 部	品種金町コガ、明石川沖積土					>100	渡辺和彦・日下昭二(1971) <sup>8)</sup>	
					46日間栽培、Ni 添加					>125		
			葉	根	浜田山火山灰土			4.0	12.5-50.0			永井 操(1973) <sup>9)</sup>
					収穫期			4.0	12.5-41.0			
					品種金町コガ	腐植質火山灰土			4.0	22.0		
					Ni 0.75,150,300mg 添加	明石川沖積土			4.0	31.5		
					16.0	65.5	136-313.5					
					16.0	59.0	100-329					

カリフラワー:*Brassica oleracea botrytis*、ブロッコリー:*B. o. italica*、キャベツ:*B. o. capitata*、ハクサイ:*Brassica campestris*、サラダナ:*Lactuca sativa*、レタス:*Lactuca sativa*、アスパラガス:*Asparagus officinalis*、ネギ:*Allium fistulosum*、ニンジン:*Daucus carota*、ダイコン:*Raphanus sativus*、コホウ:*Arctium lappa*、サツマイモ:*Ipomoea batatas*、サトイモ:*Colocasia esculenta*

9-1表 植物体のニッケル(2)

植 物 名 (学 名)	栽 培 式	組 織	齢・生育段階・産地・条件・採取時など	N i p p m (乾物)					研究者(年)	
				欠乏	低	中	高	過 剰		
ジャガイモ ( <i>Solanum tuberosum</i> )	圃 場	地上部	蛇紋岩土壌	7月採取				58.3	増田敏春・佐藤亮八(1961) <sup>6)</sup>	
		葉+莖		8月採取				81.0-110	水野直治(1968) <sup>10)</sup>	
	ポット 露 地	葉+莖	沖積土、Ni添加、8月採取					27.4-30.4	28.5-32.0	
		可食部	品種：男爵 収穫期	火山灰洪積土 沖積土				0.66		農業技術研究所化学部 土壌化学第3研究室(1974) <sup>1)</sup>
ナス ( <i>Solanum melongena</i> )	圃 場	葉	長野県上田市付近産				1.64		志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup>	
		作物体	収穫期	東海近畿農試(津)産				13.3		野菜試験場環境部 土壌肥料研究室(1973) <sup>5)</sup>
				愛知県園芸試験場産				2.0		
				奈良県広陵町産				2.1		
				三重県嬉野町産				3.1		
				静岡県農業試験場産				2.6		
	露 地	可食部	収穫期	火山灰洪積土 品種群交2号 沖積土 品種千両2号				3.33		農業技術研究所化学部 土壌化学第3研究室(1974) <sup>1)</sup>
	トマト ( <i>Lycopersicon esculentum</i> )	圃 場	葉	長野県上田市付近産				1.07		志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup>
ハウス 露 地		可食部	収穫期	火山灰洪積土 品種ヒカリ 沖積土				14.18	農業技術研究所化学部 土壌化学第3研究室(1974) <sup>1)</sup>	
キュウリ	圃 場	葉	長野県上田市付近産				0.24		志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup>	
	露 地	可食部	収穫期、火山灰洪積土、品種オオヤシマ					9.25	農技研化学部土化3研(1974) <sup>1)</sup>	
カボチャ	圃 場	葉	長野県上田市付近産				0.99		志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup>	
	露 地	可食部	収穫期、火山灰洪積土、品種エビス				0.80		農技研化学部土化3研(1974) <sup>1)</sup>	
ピーマン ( <i>Capsicum annuum</i> )	圃 場	作物体	収穫期	東海近畿農試(津)産				2.3	野菜試験場環境部 土壌肥料研究室(1973) <sup>5)</sup>	
				愛知県園芸試験場産				2.0		
				奈良県吉野町産				2.9		
				三重県嬉野町産				2.2		
			静岡県農業試験場産				2.2			
露 地	可食部	火山灰洪積土、品種ニシキ	8月採取 11月採取				2.0	農業技術研究所化学部 土壌化学第3研究室(1974) <sup>1)</sup>		
リンゴ	圃 場	葉	長野県上田市付近産				0.57		志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup>	
温州ミカン ( <i>Citrus unshiu</i> )	圃 場	葉	徳島県佐那河内村				2-3	9.5-38	尾山光雄(1961) <sup>11)</sup>	
			〃 勝浦郡				1.5-4.8			
			神奈川県下				2.0	37.2-46.0		大塚恭司・高橋幸雄(1962) <sup>12)</sup>
		葉	幼木、静岡県三ヶ日町、蛇紋岩土壌						34.4-38.9	大塚恭司・高橋幸雄(1962) <sup>13)</sup>
			12年生徳島市						14.8-18.0	
			蛇紋岩土壌						15.1-30.9	
			春芽中庸部						11.9-18.7	
			10月採取						13.8-17.0	
		葉	輝緑岩土壌	樹令38年台木ユズ					9.1	中島芳和(1963) <sup>14)</sup>
			8月採取	〃 13年台木カラタチ					10.9-11.5	

キュウリ: *Cucumis sativus*、カボチャ: *Cucurbita* spp.、リンゴ: *Malus pumila*

9-1表 植物体のニッケル(3)

植 物 名 (学 名)	栽 培 式 圃 場	組 織	齢・生育段階・産地・条件・採取時など	N i p p m (乾物)					研究者(年)
				欠乏	低	中	高	過 剰	
温州ミカン (つばき)	圃 場	葉	砂岩土壤 樹令8年 台木ユズ			0.6			中島芳和(1963) <sup>14)</sup>
			8月採取 " " カラタチ			0.9			
	植木鉢	葉	早生温州2年生、輝緑岩質未耕地土壤 Ni添加			2.8	10.1	14.9	
	圃 場	葉	春枝不着果枝 蛇紋岩土壤園				13.4	29.1	石原正義ら(1968) <sup>15)</sup>
			徳島県下、7~8月採取 非蛇紋岩土壤園			2.0			
		細 根	徳島県下、春枝不着果枝、9月採取 蛇紋岩土壤園及び非蛇紋岩土壤園			3.7		23.3- 62.5 62.7-236.8	石原正義ら(1968) <sup>16)</sup>
	植木鉢	葉	細 枝	杉山系、樹令4年、火山灰土壤 Ni 0,2,5,10 g/鉢 添加 (NiSO <sub>4</sub> 使用)			4.7	29.7- 44.9	石原正義ら(1968) <sup>17)</sup>
							2.1	15.4- 24.6	
							2.0	12.3- 38.9	
							12.2	55.8-101.4	
		葉	細 枝	杉山系、結実樹、樹令4年、Ni添加					87.6-223.0
							5.3-6.7		33.8- 61.4
							3.1		17.6- 24.8
							2.1-3.1		11.4- 32.0
						7.3		186.5-227.6	
葉	細 枝	杉山系1年生苗木 処理後1年目 蛇紋岩土壤 " 3 "			10.0*	26.1-42.1	104.3-136.4	石原正義ら(1968) <sup>18)</sup>	
					3.5-7.9*		15.1- 17.4		
					5.6-7.9*		22.5- 94.9		
	細 根	杉山系1年生苗木、蛇紋岩土壤 Ca(OH) <sub>2</sub> : 90,180g/鉢/3年、ケイ酸カルシウム: 180,360 g/鉢/3年、イソ:15, 30 g/鉢/3年 添加及び無添加、添加開始3年目			10.4-11.4	15.4-17.9	31.5- 34.0		
					10.0-13.7		19.5- 23.3		
					10.0-10.1		14.9- 19.1		
						32.1-35.6	35.0- 42.0		
圃 場	葉	細 根	同上、2年目			7.6	9.9-10.1	23.0-29.2	石原正義ら(1971) <sup>19)</sup>
			春葉1年生葉 大分県下ミカン園 安山岩残積土			5.8			
			春葉1年生葉 熊本県下ミカン園 安山岩土壤			7.9	18.9		
			春葉1年生葉 長崎県下ミカン園 安山岩土壤		5.2-7.4	21.9	110.0		
			春葉1年生葉 長崎県下ミカン園 粒状安山岩土壤			3.9- 4.1			
			春葉1年生葉 福岡県下ミカン園 古生層土壤			11.7-16.8			
			春葉1年生葉 福岡県下ミカン園 花崗岩土壤			3.4- 3.6			
			春葉1年生葉 愛媛県下ミカン園			11.4-16.8			
			春葉1年生葉 香川県下ミカン園			6.2			
			春葉1年生葉 安山岩土壤				103.7		
			春葉1年生葉			5.2- 7.4			
			春葉1年生葉				116.0-138.1		
			春葉1年生葉			5.3- 5.9			
			春葉1年生葉			4.4- 6.6			
細 根			4.2-6.9	25.3-44.1	62.8				

\*Ca(OH)<sub>2</sub>: 500g/鉢施用

9-1表 植物体のニッケル(4)

植 物 名 (学 名)	栽 培 式	組 織	齢・生育段階・産地・条件・ 採取時など	N i p p m (乾物)					研究者(年)		
				欠乏	低	中	高	過 剰			
温州ミカン (つばき)	圃 場	葉	春葉1年生葉	香川県下ミカン園 花崗岩土壌			4.4-7.6			石原正義ら(1971) <sup>19)</sup>	
		細根			3.6-6.4		12.7				
		葉	春葉1年生葉	徳島県下ミカン園 結晶片岩土壌			4.7-10.1				
		細根					26.5-33.4	66.2-117.9			
		葉	春葉1年生葉	同 上 頁岩土壌			4.7				
		細根						82.1			
		葉	春葉1年生葉	同 上 砂岩土壌			3.6-4.7				
		細根					32.8-44.5	297.5			
		葉	春葉1年生葉	山口県下ミカン園 安山岩土壌			4.5				
		細根					28.9				
		葉	春葉1年生葉	同 上 花崗岩土壌			3.8-4.0				
		細根				4.0-11.0					
		葉	春葉1年生葉	同 上 雲母片岩土壌			3.9				
		細根					11.5				
		葉	春葉1年生葉	広島県下ミカン園 粘板岩土壌			3.1-4.5				
		細根					14.9-23.0				
		葉	春葉1年生葉	同 上 花崗岩土壌			3.4-4.1				
		細根					9.2-19.5				
		葉	春葉1年生葉	和歌山県下ミカン園 秩父古成層土壌			7.9-8.2				
		細根					17.6-21.5				
		葉	春葉1年生葉	同 上 結晶片岩土壌			6.8	20.4			
		細根					15.7	151.8			
		葉	春葉1年生葉	愛知県下ミカン園 雲母片岩土壌			4.4-5.9				
		細根					29.7-33.6				
葉	春葉1年生葉	静岡県下ミカン園 秩父古成層土壌			3.9-5.0						
細根					16.1-26.5						
葉	春葉1年生葉	神奈川県下ミカン園 火山灰土壌			3.7-4.5						
細根					10.7-18.2						
日本ナシ ( <i>Pyrus pyrifolia</i> )	圃 場	葉						77.3	石原正義ら(1971) <sup>20)</sup>		
		分枝								63.0	
		樹幹主幹	杉山系、Ni 0 及び 9.4 g/鉢添加 (硫酸ニッケル使用)								51.1
		太根	樹幹主幹=樹幹+主幹								53.2
		細根									153.4
日本ナシ ( <i>Pyrus pyrifolia</i> )	圃 場	葉	品種長十郎				10.3	27.2	石原正義ら(1968) <sup>21)</sup>		
		細根	蛇紋岩地帯ナシ園				10.7	30.6			
		葉(先端)	徒長枝採取位置別含有量			3.4	23.9	14.1-19.5			
		葉(中位)	蛇紋岩土壌			5.7	32.2	28.8-36.9			
		葉(基部)				5.7	48.5	42.4-55.3			

9-1表 植物体のニッケル (5)

植 物 名 (学 名)	栽 培 式	組 織	齢・生育段階・産地・条件・採取時など	N i p p m (乾物)					研究者 (年)	
				欠乏	低	中	高	過 剰		
日 本 ナ シ (つづき)	植木鉢	葉	品種長十郎、3年生樹、蛇紋岩土壌 Ni 0 及び 6g/鉢 施用(NiSO <sub>4</sub> 使用)			7.2**		33.4- 42.5	石原正義ら (1969) <sup>22)</sup>	
		細 枝				4.3**		14.0- 20.0		
		太 根						22.7**		27.2-133.1
		細 根						168.4**		136.1-277.8
		葉	品種長十郎、3年生樹、火山灰土壌 NiSO <sub>4</sub> 0,10,20,40 g/鉢 施用(NiSO <sub>4</sub> 使用)			10.0		47.4		61.1-139.5
		細 枝				1.7		10.0		14.2- 29.8
		太 根				2.8		65.8		88.5-119.1
		細 根				6.0		46.2		95.3-122.5
		葉	品種長十郎、3年生樹、蛇紋岩土壌 無処理、消石灰 55 及び 110 g/鉢、 硫黄 10 及び 20 g/鉢 添加 9月採取、細枝：2、3年生					15.9-19.4	20.1- 23.3	石原正義ら (1969) <sup>23)</sup>
		若 枝						4.1- 5.9	7.1- 8.2	
		細 枝						4.4- 5.7	5.5- 11.2	
		幹						4.1- 5.7	7.0- 11.2	
		太 根						7.5-12.0	9.4- 12.6	
		圃 場	葉	品種 20 世紀、安来地方なし園			3.6			山根忠昭ら (1973) <sup>24)</sup>
		ポット	葉	品種 20 世紀、4年生樹、8月採取			0.9-1.2			
圃 場	可 食 部	品種長十郎、収穫期、火山灰洪積土 品種長十郎、収穫期、沖積土 石なし 健全			0.33			農業技術研究所化学部 土壌化学第3研究室(1974) <sup>1)</sup>		
					0.83					
					0.68					
モ モ ウ メ カ キ ク リ	圃 場	可 食 部	収穫期、火山灰洪積土			0.57		志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup> 農技研土化3研(1974) <sup>1)</sup> 志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup> 農技研土化3研(1974) <sup>1)</sup>		
		葉	長野県上田市付近産			0.49				
		可 食 部	品種前川早生次郎、収穫期、沖積土			1.27				
		葉	長野県上田市付近産			0.39				
		可 食 部	品種筑波、収穫期、沖積土			2.72				
		葉	長野県上田市付近産			0.55				
ブ ド ウ ク ル ミ	圃 場	わ ら	長野県上田市付近産			0.60		志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup>		
		全 植 物			0.96					
水 稲 (Oryza sativa)	圃 場	わ ら	長野県上田市付近産			0.96		早瀬達郎ら (1968) <sup>25)</sup>		
		全 植 物	12日間栽培 非水溶性 Ni500,1000ppm*				29.5-31.8			
		全 植 物	品種農林 25 号 水溶性 Ni10-1000ppm*				7.8-40.0		62.4-121.8	
		玄 米	品種金南風 収穫期			tr.	2.67-5.48		今井太磨雄ら (1971) <sup>26)</sup>	
	わ ら	Ni 0-200ppm 添加(NiSO <sub>4</sub> 使用)			3.2	3.95-8.30				
	圃 場	茎 葉 部	幼穂形成期 非蛇紋岩、沖積土 北海道空知北部 " "				6.0	水野直治・小林荘司(1971) <sup>27)</sup>		
							7.0			
							4.0-32.0			
		止 葉 玄 米	収穫期、ニッケル汚染田	栃木県小山市 6月採取 ニッケル・カドミウム汚染田 7月採取 黒色土壌 8月採取				0.905	農事試験場環境部 水質研究室(1973) <sup>28)</sup>	
								0.569		
							3.95- 9.23			
	全 植 物					1.71- 5.27				
						1.51- 4.73				

\* : Ni 添加濃度、\*\* : 石灰施用、モモ:Prunus persica、ウメ:Prunus mume、カキ:Diospyros kaki、クリ:Castanea crenata、ブドウ:Vitis、クルミ:Juglans regia



9-1表 植物体のニッケル(6)

植 物 名 (学名)	栽 培 式	組 織	齢・生育段階・産地・条件・採取時など	N i p p m (乾物)					研究者(年)	
				欠乏	低	中	高	過 剰		
水 稲 (つづき)	圃 場	わ ら	栃木県小山市 ニッケル・カドミウム汚染田 黒色土壌	8月採取				1.38- 2.96	農事試験場環境部 水質研究室(1973) <sup>28)</sup>	
		穂		9月採取				1.63- 3.37		
		わ ら						1.32- 1.58		
		穂					1.00- 2.32			
	ポット	わ ら	収穫期、水田作土、Ni 0-250ppm 添加			tr.		0.25-0.40	市倉恒七ら(1970) <sup>3)</sup>	
	ポット	玄 米	品種日本晴、収穫期 荒川沖積土 Ni 0,10,50,250ppm 添加 Ni 10 及び 20ppm で生育やや低下 Ni 250ppm で生育著しく低下			0.56	2.25- 4.03	3.94	農事試験場環境部 水質研究室(1973) <sup>28)</sup>	
		もみがら				1.69	4.35- 9.85	25.2		
		枝 梗				2.59	16.2 -30.0	36.3		
		葉 身				2.44	5.3 - 8.5	17.7		
		葉 鞘				1.27	3.34- 3.82	18.3		
		稈				1.46	5.03- 8.9	13.5		
		根				27.6	65.7 -163	1020		
		玄 米				0.46	0.86- 4.18	5.6		
		もみがら				0.86	1.23- 4.68	15.6		
		枝 梗		品種日本晴、収穫期、荒川沖積土			1.23	1.74-14.8		23.9
		葉 身		Ni 0,13,33,84,192,482 ppm 添加			2.79	3.03-11.7		20.4
		葉 鞘		Ni 13 ~ 192ppm で生育やや低下			1.64	4.6 -10.7		20.1
	上 位 稈	Ni 482ppm で生育著しく低下			1.7	1.43- 6.29	10.9			
	下 位 稈				1.72	1.49-20.7	49.3			
	根				7.1	50.2-403	807			
	圃 場	玄 米	栃木県農業試験場産 品種日本晴			0.13			農事試験場環境部 水質研究室(1973) <sup>28)</sup>	
			茨城 " " コシヒカリ			0.17				
千葉 " " "					0.07					
神奈川県農総研産 " クサブエ					0.10					
埼玉県農業試験場産 " 日本晴					0.15					
群馬県 " " "					0.24					
長野県 " " トドロキワセ					0.15					
同上下伊那分場 " 秋晴					0.10					
山梨県農試産 " 日本晴					0.14					
農業試験場産 " "					0.24					
ポット	わ ら	収穫期、明石川沖積土、乾田栽培			1.85	8.9-17.5		永井 操(1973) <sup>29)</sup>		
	玄 米	Ni 0, 75, 225mg/ポット添加 (NiSO <sub>4</sub> ・6H <sub>2</sub> O)			1.85	9.5-13.3				
	わ ら	同上、Ni 75, 225mg/ポット添加				2.9- 5.2				
	玄 米	(Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 使用)				3.6- 6.4				
水路	地 上 部	収穫期、Ni 0.5ppm 添加				5.1- 7.0		加藤 保ら(1973) <sup>30)</sup>		
ポット	も み	成熟期、品種ヤマビコ			2.4	5.0- 7.7		上田弘美・田中彰(1972) <sup>31)</sup>		
	わ ら	Ni 0, 50, 100, 250ppm 添加			4.3	6.1-18.3	45.5			
圃 場	玄 米	品種レイホウ、福岡産、水分 14.3 %			0.97			九州農業試験場環境第2部 土壌肥料第2研究室(1973) <sup>32)</sup>		
		" " 佐賀産、" 15.5 %			0.48					
		" コガネニシキ、長崎産、" 14.1 %			0.38					

9-1表 植物体のニッケル(7)

植 物 名 (学 名)	栽 培 式	組 織	齢・生育段階・産地・条件・採取時など	N i p p m (乾物)					研究者(年)
				欠乏	低	中	高	過 剰	
水 稲 (つづき)	圃 場	玄 米	品種レイホウ、熊本産、水分14.0%			0.14			九州農業試験場環境第2部 土壌肥料第2研究室(1973) <sup>32)</sup>
			〃 〃 大分産、〃 13.7%			0.26			
			〃 〃 九州農試筑後、〃 14.6%			0.18			
大 麦 ( <i>Hordeum vulgare</i> )	ポット	地 上 部	品種磐田三徳、播種後80日目、				2.9-10.3		大塚恭司・高橋幸雄(1962) <sup>12)</sup>
		地 下 部	蛇紋岩土壌、静岡県三ヶ日町、Mn 欠乏麦				143.9-195		
	圃 場	全 植 物	品種関取埼1号 非水溶性 Ni ①			<5.0			早瀬達郎ら(1968) <sup>12)</sup>
		子 実	1ヶ月栽培、荒川沖積土 水溶性 Ni ②			<5.0	7.3-9.9	61.5-89.9	
ハダカムギ ( <i>Hordeum vulgare</i> )	圃 場	地 上 部	7月採取、蛇紋岩土壌				2.1	10.4	九州農業試験場環境第2部 土壌肥料第2研究室(1973) <sup>32)</sup> 増田敏春・佐藤亮八(1961) <sup>6)</sup>
		子 実	品種佐賀裸1号、佐賀、水田、水分13.0%			0.24			
			〃 九州裸3号、熊本、〃 13.2%			0.21			
			〃 宮崎裸、宮崎、畑、水分12.0%			0.24			
			〃 ナブナ裸、〃 12.2%			0.24			
			〃 カイメン裸、鹿児島、畑シラス、〃 10.8%			0.16			
二 条 大 麦 ( <i>Hordeum disticum</i> )	圃 場	子 実	品種成城17号、佐賀、水田、水分10.1%			0.19		九州農業試験場環境第2部 土壌肥料第2研究室(1973) <sup>32)</sup>	
〃 熊本、〃 9.5%					0.20				
〃 宮崎、畑、水分12.6%					0.14				
〃 博多2号、〃 12.4%					0.14				
品種成城17号、鹿児島、畑、水分11.0%					0.14				
小 麦 ( <i>Triticum aestivum</i> )	わ ら	茎	愛知県下、蛇紋岩土壌				89.4	220.2	塩谷惣次・金子 力(1942) <sup>33)</sup> 志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup>
		子 実	長野県上田市付近産			0.54			
	圃 場	子 実	品種ヒヨク小麦、佐賀、水田、水分12.0%			1.07			九州農業試験場環境第2部 土壌肥料第2研究室(1973) <sup>32)</sup>
			〃 農林61号、熊本、〃 14.0%			0.16			
			〃 農林60号、宮崎、〃 12.7%			0.24			
			〃 農林36号、宮崎、〃 12.6%			0.14			
			〃 ダンチ小麦、鹿児島、畑シラス、〃 12.0%			0.16			
			〃 ママ小麦、鹿屋、畑、多腐植、〃 11.9%			0.22			
エ ン パ ク ( <i>Avena sativa</i> )	圃 場	地 上 部	7月採取	蛇紋岩土壌				25.0-70.8	増田敏春・佐藤亮八(1961) <sup>6)</sup>
				蛇紋岩及び頁岩土壌				25.0-47.9	
				泥炭土			2.0-2.1	16.7-60.5	
	櫃	地 上 部	品種前進	沖積土(Ni100ppm添加)				57.4	増田敏春(1963) <sup>34)</sup>
圃 場	葉 + 茎	出穂直前	蛇紋岩土壌				36.9-63.7		
ポット	圃 場	地 上 部	収穫期	蛇紋岩土壌			9.0-12.6	13.7-17.5	水野直治(1968) <sup>10)</sup>
				発寒川沖積土、Ni添加			5.3-6.0	30.0-30.5	
トウモロコシ ( <i>Zea mays</i> )	圃 場	地 上 部	7月採取	蛇紋岩土壌				20.8	増田敏春・佐藤亮八(1961) <sup>6)</sup>
				蛇紋岩及び頁岩土壌				62.5-150.8	

①②: Ni添加濃度 5.5 - 1000ppm (①②とも)、\*: 筑後は水田及び都城は畑、

9-1表 植物体のニッケル(8)

植 物 名 (学 名)	栽 培 式	組 織	齢・生育段階・産地・条件・採取時など	N i p p m (乾物)					研究者(年)
				欠乏	低	中	高	過 剰	
トウモロコシ (つづき)	ポット	地上部	品種ゴールデンクロスバンタム 22日間栽培	鉾質土壌			12.0-31.0	68.7	陽 捷行ら(1973) <sup>35)</sup>
		根					139-1495		
		地上部	Ni 10,25,50,100,250ppm 添加	腐植質土壌			7.8-22.6	38.4	
		根					52-576		
インゲンマメ ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	圃場	地上部	7月採取	蛇紋岩土壌 泥炭土				62.5	増田敏春・佐藤亮八(1961) <sup>6)</sup>
		葉+莖	8月採取、洪積蛇紋岩土壌			48.0	93.5-100.0	水野直治(1968) <sup>10)</sup>	
	ポット	葉+莖	〃 発寒川沖積土、Ni添加			9.5-12.6	18.3- 24.2		
ダイズ ( <i>Glycine max</i> )	圃場	葉	長野県上田市付近産			0.18		志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup>	
		地上部	7月採取	蛇紋岩及び頁岩土壌 泥炭土				28.3	増田敏春・佐藤亮八(1961) <sup>6)</sup>
		葉+莖	8月採取	洪積蛇紋岩土壌			32.0-44.0	59.0	水野直治(1968) <sup>10)</sup>
	ポット	葉+莖	〃 発寒川沖積土、Ni添加			6.3-11.0	21.0- 24.0		
エンドウ	圃場	葉	7月採取、蛇紋岩土壌				27.1	増田敏春・佐藤亮八(1961) <sup>6)</sup>	
ササゲ	〃	葉	長野県上田市付近産			0.56		志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup>	
アルファルファ ( <i>Medicago sativa</i> )	圃場	地上部	8月採取、蛇紋岩土壌				39.0-72.7	81.0- 90.5	水野直治(1968) <sup>10)</sup>
	ポット	地上部	〃、発寒川沖積土、Ni添加				12.6-14.7	18.0- 25.2	
	圃場	根	品種 Du Puits、火山灰土壌	1 番草 2 〃		0.052 0.066 0.028			大原久友ら(1972) <sup>36)</sup>
アカローバ	圃場	地上部	8月採取、蛇紋岩土壌				58.0-113.0		水野直治(1968) <sup>10)</sup>
ポット	地上部	〃、発寒川沖積土、Ni添加				14.7- 16.8	31.5- 41.5		
シロローバ	圃場	地上部	8月採取、蛇紋岩土壌				69.0-76.0	104.0-146.0	
ポット	地上部	〃、発寒川沖積土、Ni添加				9.5-13.3	27.3- 31.5		
オーチャード グラス ( <i>Dactylis glomerata</i> )	圃場	地上部	8月採取、蛇紋岩土壌				35.0-38.0		大原久友ら(1972) <sup>36)</sup>
	ポット	地上部	〃、発寒川沖積土、Ni添加				11.0-12.6	46.0- 54.0	
	圃場	根	品種 Mass Hardy、火山灰土壌	1 番草 2 〃		0.036 0.043 0.023			
ペレニアル ライグラス	圃場	地上部	8月採取、蛇紋岩土壌				43.6-63.0		水野直治(1968) <sup>10)</sup>
	ポット	地上部	〃、発寒川沖積土、Ni添加				9.5-14.7	47.3- 53.8	
チモシー ( <i>Phleum pratense</i> )	圃場	地上部	8月採取、蛇紋岩土壌				2.9		増田敏春・佐藤亮八(1961) <sup>6)</sup>
	圃場	地上部	〃				15.0-35.8		水野直治(1968) <sup>10)</sup>
	ポット	地上部	〃、発寒川沖積土、Ni添加				8.4	21.0- 26.3	
イチヨウ	圃場	葉	長野県上田市付近			0.46			志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup>
アサ	圃場	葉	〃			1.15			
テンサイ	圃場	葉	8月採取	蛇紋岩土壌			84.0-146.0	130.0	水野直治(1968) <sup>10)</sup>
	ポット	葉	〃	発寒川沖積土、Ni添加			27.4- 30.5	28.5-32.4	

エンドウ: *Pisum sativum*、ササゲ: *Vigna unguiculata*、アカローバ: *Trifolium pratense*、シロローバ: *Trifolium repens*、ペレニアルライグラス: *Lolium perenne*、イチヨウ: *Ginkgo biloba*、アサ: *Cannabis sativa*、テンサイ: *Beta vulgaris*

9-1表 植物体のニッケル (9)

植 物 名 (学 名)	栽 培 式	組 織	齢・生育段階・産地・条件・採取時など	N i p p m (乾物)					研究者 (年)	
				欠乏	低	中	高	過 剰		
茶 ( <i>Camellia sinensis</i> )	圃 場	旧 葉	蛇紋岩地帯 品種やぶきた 10月採取 静岡県茶業試験場圃場				37-48		向笠芳郎・小川 茂(1970) <sup>38)</sup>	
		新 葉					32-71			
		旧 葉			3					
		新 葉			3					
		茶 芽	蛇紋岩地帯 品種やぶきた 静岡県 茶業試験場 圃場	1 番茶				37-38		
				2 //				38		
				3 //				42		
				1 番茶			3			
				2 //			3			
				3 //			2			
品種在来種、3番茶、蛇紋岩土壤					30-37					
ポット	茶 芽	品種たちほ 1年生 蛇紋岩土壤	Ni 0-20ppm 添加			4.1	22.9-31.6	向笠芳郎・小川 茂(1970) <sup>37)</sup>		
							52.5			
ク ワ ( <i>Morus bombycis</i> )	圃 場	葉	長野県上田市付近			1.04			志波清時・児平文雄(1951) <sup>2)</sup>	
		葉	品種一ノ瀬	上位				25-28	34 -49	
		中位					23-25	37 -46		
		下位					29-39	52 -62		
		上位					14-15	18 -29.8		
		中位					19	24 -30		
		下位					32-33	34 -39		
		上位		Ni 過剰障害 発生地帯 7月採取				8-11.8	6.4-18.2	
		中位						6-10	10 -41.4	
		下位						25-32	40 -41.4	
		上位						21.2	28	
		中位						12	32	
		下位						29	56	
		葉 柄	品種多古早生	上位				12	18 -24.1	
				中位				5	15 -19	
				下位				10	15 -21	
				上位				7.1	11.8	
		葉 柄		中位				4.6	20.2	
				下位				12.2	40	
		培養液	中伐葉 再発葉 母条葉 株 根	葉	7月採取、上位葉					30 -50
Ni 8 及び 40 μ M 添加	再発葉								24 -143	
	母条葉								18 - 63	
	株								19 - 77	
	根								14 - 55	
									30 -160	
									10 - 40	
									13 - 45	
							13		500 -825	

9-1表 植物体のニッケル (10)

植 物 名 (学 名)	栽 培 式 様	組 織	齢・生育段階・産地・条件・採取時など	N i p p m (乾物)					研究者 (年)	
				欠乏	低	中	高	過 剰		
クワ (つづき)	圃 場	上位葉	7月下旬採取、蛇紋岩土壌			4.9	26.6	31.85-43.4	二見敬三ら(1971) <sup>40)</sup>	
		葉	最長条中位葉、非汚染地全国平均			2.53			蚕糸試験場土肥研(1974) <sup>1)</sup>	
イワノガリヤス	自 生	地上部	7月採取 蛇紋岩土壌 泥炭土壌					14.6 10.4	増田敏春・佐藤亮八(1961) <sup>6)</sup>	
ギシギシ	自 生	植物体	Ni 32.9 ppm 含有泥土				4.3		九州農業試験場環境第2部 土壌肥料第2研究室(9173) <sup>32)</sup>	
紀州スズメノヒエ ( <i>Paspalum distichum</i> )	自 生	植物体	同上				5.7			
			Ni 34.3 ppm 含有泥土				4.3			
			Ni 28.6 ppm 含有泥土				2.9			
コケ	自 生	植物体	Ni 34.3 ppm 含有泥土				22.8			
キャベツ	圃 場	地上部	可食部			3.30			Bertrand & Mokragnatz (1930) <sup>41)</sup>	
オランダガラシ		地上部	成熟			0.50				
		葉				0.13				
ホウレンソウ		地上部	成熟			2.40				
ニラネギ ( <i>Allium purrum</i> )		全植物	Ni 1.5 ~ 7ppm 含有泥土及び Ni 17 ~ 18ppm 含有汚泥施用土壌				1.00-3.00	6.70- 7.20		
タマネギ		球根	成熟			0.16				
ビート ( <i>Beta vulgaris</i> )		地上部	Ni 1.5 ~ 7ppm 含有泥土及び Ni 17 ~ 18ppm 含有汚泥施用土壌			1.40-5.00	13.00-20.00			
		根				0.80-2.50	11.00-15.00			
ニンジン ( <i>Daucus carota</i> )		根	成熟			0.30				
		葉				1.80				
		地上部	Ni 1.5 ~ 7ppm 含有泥土及び Ni 17 ~ 18ppm 含有汚泥施用土壌			0.67-1.60	1.80-4.20			
ジャガイモ ( <i>Solanum tuberosum</i> )		塊茎	成熟			0.25				
						0.08-0.37				
	地上部	Ni 1.5 ~ 7ppm 含有泥土及び Ni 17 ~ 18ppm 含有汚泥施用土壌			1.40-2.00	4.20-6.30				
カボチャ	果実	成熟			4.60			Berstein (1945) <sup>41)</sup>		
トマト	果実	成熟			0.15			Bertrand & Mokragnatz (1930) <sup>41)</sup>		
					0.01					
					0.65					
アズキ	果実	成熟			0.50					
サクランボ	果実	成熟			0.40					
カンキツ類 ( <i>Citrus spp.</i> )	温 室	葉	若葉			1.00			Vanselow (1951) <sup>41)</sup>	
		葉	成熟			0.40				
	圃 場	葉	若葉			2.00-4.00			Bradford & Harding (1957) <sup>41)</sup>	
		葉	成熟			0.70-1.80			Aldrich et al. (1955) <sup>41)</sup>	
ポット	葉	若葉			0.40-1.00			Vanselow (1951) <sup>41)</sup>		
圃 場	葉	成熟			0.3-1.10			Bradford et al. (1957) <sup>43)</sup>		
オレンジ	圃 場	葉	成熟、カリフォルニア高生産果樹園			1.20				
イチジク	圃 場	果実	成熟			1.20				
西洋ナシ	圃 場	果実	成熟			1.30				

イワノガリヤス: *Calamagrostis langsdorffii*、ギシギシ: *Rumex crispus*、紀州スズメノヒエ: *Paspalum distichum*、キャベツ: *Brassica oleracea capitata*、オランダガラシ: *Nasturtium officinale*、カボチャ: *Cucurbita spp.*、トマト: *Lycopersicon esculantum*、アズキ: *Prunus armeniaca*、サクランボ: *Prunus cerasus*、オレンジ: *Citrus sinensis*、イチジク: *Ficus carica*、セイヨウナシ: *Pyrus commuris*

9-1表 植物体のニッケル (11)

植 物 名 (学 名)	栽 培 式	組 織	齢・生育段階・産地・条件・採取時など	N i p p m (乾物)					研究者 (年)	
				欠乏	低	中	高	過剰		
ク ル ミ	圃 場	葉	成熟			0.90-5.00			Vanselow (1951) <sup>41)</sup>	
		果実				0.60			Bertrand & Mokragnatz (1930) <sup>41)</sup>	
大 麦	圃 場	葉	5月採取				4.00-6.00		Vergnano (1959) <sup>41)</sup>	
エ ン バ ク ( <i>Avena sativa</i> )		穀粒	成熟			0.45			Bertrand & Mokragnatz (1930) <sup>41)</sup>	
		葉	6月採取			16.0-51.0	134.0		Vergnano (1959) <sup>41)</sup>	
		葉	成熟			7.00	32.0		Hunter (1954) <sup>41)</sup>	
ポット		地上部	成熟、南ローデシア蛇紋岩土壌				84-340		Soane & Saunder (1959) <sup>41)</sup>	
圃 場	全植物	健全植物と過剰障害植物			16.00		91.0	Williams (1967) <sup>44)</sup>		
小 麦 ( <i>Triticum aestivum</i> )	圃 場	穀粒	成熟			0.35			Bertrand & Mokragnatz (1930) <sup>41)</sup>	
		粉	成熟			4.00	35.00		Sullivan (1933) <sup>41)</sup>	
		ぬか	殺カビ剤としてのニッケル塩散布			0.30-0.60	5.8 - 10.7		Hoffman et al. (1962) <sup>45)</sup>	
		全植物			1.20-2.50	64.9-140.8				
ソ バ	種子	成熟			1.34					
イ ネ	穀粒	精白米			0.02				Bertrand & Mokragnatz (1930) <sup>41)</sup>	
トウモロコシ ( <i>Zea mays</i> )	圃 場	穀粒	成熟			0.14				
イ ン ゲ ン		種子	成熟				0.59			Soanend & Saunder (1930) <sup>41)</sup>
エ ン ド ウ							2.00			Bertrand & Mokragnatz (1930) <sup>41)</sup>
ダ イ ズ							3.90			Mc Hargue (1925) <sup>41)</sup>
アルファルファ		地上部				1.00-4.00				Vanselow (1966) <sup>41)</sup>
バークローバ		地上部				1.00-2.00				
アカクローバ ( <i>Trifolium pratense</i> )		地上部	成熟				1.90			Mitchell (1945) <sup>41)</sup>
		頭状花	開花期				4.60			Fleming (1963) <sup>46)</sup>
		葉+葉柄					2.70			
		茎					1.50			
スウィートバーナルグラス		地上部	成熟			0.70-1.70			Mitchell (1945) <sup>41)</sup>	
オーチャード グ ラ ス ( <i>Dactylis glomerata</i> )		小穂花	開花期				3.20			Davey et al. (1968) <sup>47)</sup>
	葉					3.40				
	葉鞘					1.40				
	茎					3.20				
	地上部	成熟初期、中性褐色土壌				1.40			Fleming (1963) <sup>46)</sup>	
	穂					3.20				
	葉					0.97				
メドーフェスク ( <i>Festuca elatior</i> )	茎	成熟初期、中性褐色土壌				0.88				
	穂					2.60				
	葉					0.80				
	茎					0.71				

クルミ: *Juglans regia*、ソバ: *Fagopyrum esculentum*、イネ: *Oryza sativa*、インゲン: *Phaseolus vulgaris*、エンドウ: *Pisum sativum*、ダイズ: *Glycine max*、アルファルファ: *Medicago sativa*、バークローバ: *Medicago hispida*、スウィートバーナルグラス: *Anthoxanthum odoratum*

9-1表 植物体のニッケル(12)

植 物 名 (学 名)	栽 培 式	組 織	齢・生育段階・産地・条件・採取時など	N i p p m (乾物)					研究者 (年)
				欠乏	低	中	高	過 剩	
ペレニアルライ グラス ( <i>Lolium perenne</i> )	圃 場	穂	成熟初期、中性褐色土壌			2.60			Fleming (1963) <sup>46)</sup>
		葉		0.82					
		茎		0.80					
チ モ シ ー ( <i>Phleum pratense</i> )	圃 場	穂	成熟初期、中性褐色土壌			2.80			Mitchell (1945) <sup>41)</sup>
		葉		0.67					
		茎		0.59					
禾 本 科 植 物	圃 場	地 上 部	成熟			0.46			Soame & Saunder (1959) <sup>41)</sup>
		地 上 部	南ローデシア蛇紋岩土壌			9.0-56.0			
		地 上 部	成熟			0.20-0.80			
ス ゲ	圃 場	地 上 部	---			0.60-3.00			Vanselow (1966) <sup>41)</sup>
		地 上 部	---			0.20-3.20			
		地 上 部	---			0.60-2.60			
ヘザートヒース	自 生	地 上 部	成熟			1.50-1.70			Bertrand & Mokragnatz (1930) <sup>41)</sup>
エリカ①						1.10-1.50			
エリカ②	圃 場	豆				0.40			Laycack (1954) <sup>41)</sup>
コーヒー						3.00-5.00			
茶	圃 場	地 上 部				10.0	14.0- 34.0		Soane & Saunder (1959) <sup>41)</sup>
タバコ	砂 耕	葉 根	Ni 0,2,10,30ppm 添加			10.0	80.0-560.0		
イワナズナ属	自 生	種 子	成熟				4000		Mingrizzi & Vergnano (1938) <sup>41)</sup>
アブラガヤ属		葉 + 茎				0.30-3.00		2500	
ヌマツルボラン		葉 + 茎					0.40-5.30		
マッシュルーム		か さ	未開			3.50			Bertrand & Mokragnatz (1930) <sup>41)</sup>

スゲ: *Carex* spp.、ヘザートヒース: *Calluna vulgaris*、エリカ①: *Erica cinerea*、エリカ②: *Erica tetralix*、コーヒー: *Coffea arabica*、チャ: *Camellia sinensis*、タバコ: *Nicotiana tubacum*、イワナズナ属: *Alyssum fertholonii*、アブラガヤ属: *Scirpus caespitosus*、ヌマツルボラン: *Narthecium*、マッシュルーム: *Cantharellus dfarium*