

重金属適応性の作物種間差 第3報

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	田中, 明 但野, 利秋 海老根, 愛夫
巻/号	49巻4号
掲載ページ	p. 314-320
発行年月	1978年8月

重金属適応性の作物種間差 (第3報)

ニッケル, コバルト適応性—比較植物栄養に関する研究—

田中 明*・但野利秋*・海老根愛夫*

本報告ではニッケル (Ni) およびコバルト (Co) に対する適応性の作物種間差を論じる。

Ni は植物に必須ではなく、培地中濃度が限界を越えると有害であり¹⁾, 実際問題としては蛇紋岩土壌における過剰症が各地で報告されている^{3,4)}。

Co については植物の生育を促進するという報告もあるが、必須性の確証はない。ただマメ科植物の根粒菌の窒素固定にこの元素が必須とされている。一方、Co 過剰については水耕実験による報告がある²⁾。

なお、Ni と Co は類似の元素で、植物に対する生理作用についても類似性が予測されるので、この点に留意して実験結果を検討した。

実験方法

第1表に示す18種の作物を供試した。既報³⁾の方法に準じ、それぞれの作物の発芽・幼植物生育速度を考慮して、適当期間(第1表)苗代で生育させた苗を一斉に移植して水耕した。そして、標準培養液に NiSO_4 または CoSO_4 を添加して標準区、 $10 \mu\text{M}$ (0.59 ppm) Ni 区、 $50 \mu\text{M}$ (2.9 ppm) Ni 区、 $10 \mu\text{M}$ (0.59 ppm) Co 区、 $100 \mu\text{M}$ (5.9 ppm) Co 区の5区を設け、移植直後から処理を開始し、2反復とした。移植後10日目に培養液を更新し、19日目に作物体を採取し、地上部と根部に分け、それぞれ通風乾燥後、乾物重を測定し、粉碎、湿式分解後、原子吸光法で Ni および Co を定量した。

なお、収穫時の全乾物重から移植時の苗の乾物重を差し引き、実験期間中の生育量とし、標準区の生育量(第1表)に対する各区の生育量の100分比を相対生長量とした。

実験結果

症状

Ni 系列では $50 \mu\text{M}$ Ni 区はもちろん(トウモロコシを除く)、トウガラシ、パレイショ、ニンジン、エンドウ、キャベツ、サイトウ、オオムギ、トウモロコシ以外の作物では $10 \mu\text{M}$ Ni 区でも軽微ながら Ni 過剰症が発

現した。Ni 過剰症状は作物種により異なり、上位葉が黄化、萎縮するもの(シュンギク、キウリ、トウガラシ、パレイショ、ニンジン、アズキ、エンドウ、テンサイ、サイトウ、オオムギ)、上位葉から黄化し、赤褐色斑が現われ、中肋が赤紫色となり萎縮するもの(ダイズ)、上中位葉の葉脈間に黄色の縞、または斑紋が現われ、これが白化するもの(キウリ、トマト、パレイショ、キャベツ、ダイコン、ハクサイ、エンバク)、下位葉に褐変または褐斑を生じ壊死するもの(レタス、ダイズ、アズキ)などがあった。

Co 系列でも $100 \mu\text{M}$ Co 区はもちろん、トウガラシ、パレイショ、エンドウ、キャベツ、テンサイ、サイトウ、オオムギ、エンバク以外の作物では $10 \mu\text{M}$ Co 区でも Co 過剰症が現われた。Co 過剰症状は作物種により異なり、上位葉が黄化または白化し、やがて萎縮してねじれたりするもの(シュンギク、トウガラシ、ニンジン、ダイズ、エンドウ、テンサイ、サイトウ、オオムギ、エンバク、トウモロコシ)、上位葉の周辺が紫色化し葉脈間が黄化するもの(パレイショ)、各葉位の葉が白化し、または黄色斑紋を生じ、やがて褐色斑点となるもの(トマト、シュンギク、キウリ、アズキ、キャベツ、ダイコン)、下位葉が白化し、やがて褐変壊死するもの(レタス、ハクサイ)などがあった。

相対生長量

Ni 系列では全作物平均では 10 、 $50 \mu\text{M}$ Ni 区でそれぞれ 92 、 62 と低下し(第2表)、個々の作物についてみると $10 \mu\text{M}$ Ni 区では 48 (レタス)~ 146 (キャベツ)に分布し、キャベツ、アズキで大きく、レタス、ダイコンで小さく、 $50 \mu\text{M}$ Ni 区では 9 (ハクサイ)~ 115 (オオムギ)に分布し、エンバクを除くイネ科およびエンドウで大きく、ハクサイ、ダイズ、ダイコン、トマトで小さかった。

Co 系列では全作物平均では 10 、 $100 \mu\text{M}$ Co 区でそれぞれ 102 、 61 で、 $10 \mu\text{M}$ Co 区では 51 (レタス)~ 144 (エンドウ)に分布し、エンドウ、トウガラシ、ハクサイ、オオムギで大きく、レタス、トマトで小さく、 $100 \mu\text{M}$ Co 区では 14 (ダイズ)~ 120 (エンドウ)に分布し、エンドウ、サイトウ、ニンジンで大きく、ダイズ、レタス、キウリ、トマトで小さかった。

* 北海道大学農学部(札幌市北区北9条西9丁目)
昭和52年10月11日受理
日本土壌肥科学雑誌 第49巻 第4号 p.314~320 (1978)

第1表 各供試作物の苗代日数，苗重および標準区の生育量

No.	作物名	品種	苗代日数	苗乾物重 (g/個体)	標準区生育量 (g/個体)
1	シュンギク	中葉新菊	21	0.06	3.11
2	レタス	ウェアヘッド	26	0.06	4.26
3	キウリ	立秋キウリ	17	0.15	6.63
4	トウガラシ	大長トウガラシ	26	0.05	0.80
5	トマト	福寿2号	21	0.04	3.85
6	パレイショ	農林1号	19	0.21	8.32
7	ニンジン	鮮紅大人型五寸	30	0.09	1.62
8	ダイズ	北見白豆	15	0.15	1.33
9	アズキ	宝小豆	17	0.10	1.17
10	エンドウ	二十日絹莢豆	14	0.15	2.91
11	キャベツ	ゴールドエーカー	20	0.11	2.46
12	ダイコン	時無大根	17	0.07	5.92
13	ハクサイ	春蔞極早白菜	17	0.08	4.65
14	テンサイ	甜研1号	26	0.13	3.56
15	スイトウ	ユーカラ	34	0.12	2.33
16	オオムギ	春星	14	0.17	5.10
17	エンパク	前進	14	0.06	2.73
18	トウモロコシ	パイオニア	11	0.13	9.88

第2表 各処理区の相対生長量

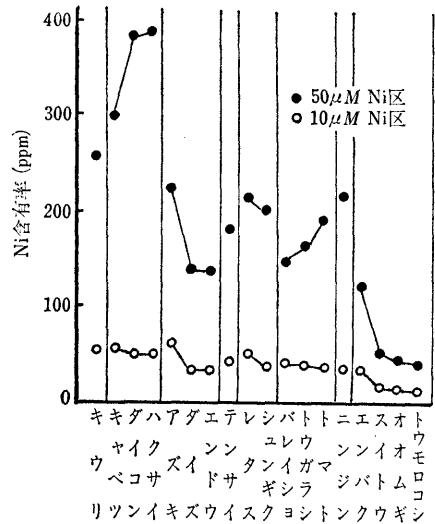
No.	作物名	処 理			
		10 μM Ni 区	50 μM Ni 区	10 μM Co 区	100 μM Co 区
1	シュンギク	86	76	89	44
2	レタス	48	69	51	16
3	キウリ	77	51	72	18
4	トウガラシ	94	80	141	86
5	トマト	71	27	67	26
6	パレイショ	120	86	105	87
7	ニンジン	112	46	111	102
8	ダイズ	76	20	115	14
9	アズキ	129	63	82	47
10	エンドウ	70	104	144	120
11	キャベツ	146	41	100	59
12	ダイコン	64	25	79	41
13	ハクサイ	75	9	137	58
14	テンサイ	114	43	113	38
15	スイトウ	99	112	112	105
16	オオムギ	103	115	127	82
17	エンパク	78	41	85	66
18	トウモロコシ	93	101	98	91
平均		92	62	102	61

相対生長量の処理間の LSD は 28.5 であって、この意味では 10 μM Ni 区におけるキャベツ，10 μM Co 区におけるトウガラシ，エンドウ，ハクサイでは生育促進を受けたことになるが実験の精度からみて疑問である。

また、地上部と根部の相対生長量の関係を見ると、各区とも両者間の相関係数 (10 μM Ni 区 0.867**, 50 μM Ni 区 0.938**, 10 μM Co 区 0.843**, 100 μM Co 区 0.961**, ** は 1% の危険率で統計的に有意、以下同じ) は大きな正の値であり、地上部と根部はほぼ同程度の影響を受けた。

Ni 含有率

標準区については、生育量が小さい種では試料が少なく含有率が低いために正確な値が得られなかった。生育量の大きかったトマト，ダイコン，オオムギについては、それぞれ地上部で 2.9, 2.1, 2.2 ppmNi，根部で 8.7, 10.7, 11.4 ppmNi であった。全作物平均では 10, 50 μM Ni 区でそれぞれ地上部では 36, 188 ppmNi，根部では 209, 686 ppmNi と、根部で地上部より高く、培地 Ni 濃度の上昇で上昇した。



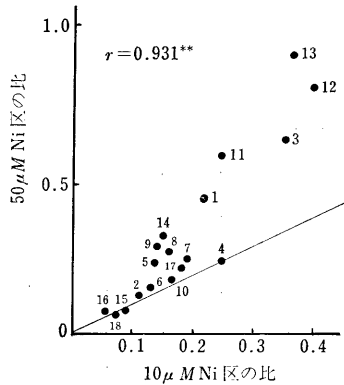
第1図 各作物の地上部 Ni 含有率

地上部の Ni 含有率を第1図に示した。この図には 10 μM Ni 区について、科は科平均値の高いものから低いものへ、また科内では含有率が高い種から低い種へと順次左から右に配列した。10 μM Ni 区では 8 (トウモロコシ)~60 ppmNi (アズキ) に、50 μM Ni 区では 38 トウモロコシ)~387 ppmNi (サクサイ) に分布し、アズキ，キウリ，アブラナ科で高く、エンパクを除くイネ科で低かった。10 μM Ni 区と 50 μM Ni 区の地上部含有率間には高い正の相関 (r=0.818**) が認められた。しかし、高低順序が入れ替わる種もあった。

根部と地上部の Ni 含有率間の相関係数は 10 μM Ni 区では 0.481*，50 μM Ni 区では -0.154 で、必ずしも相関が認められなかった。それゆえ、地上部/根部 Ni

含有率比には大きな種間差があり、この比は 10 μ M Ni 区では 0.055(オオムギ)~0.393(ダイコン), 50 μ M Ni 区では 0.060(トウモロコシ)~0.926(ハクサイ) と大幅に変動し、一般に 50 μ M Ni 区で 10 μ M Ni 区より高い値であったが、両区の比間には高い正の相関が認められた(第2図)。

地上部と根部を含めた全植物体の Ni 含有率は 10 μ M Ni 区では 40(トウモロコシ)~136 ppmNi (アズキ), 50 μ M Ni 区では 166(オオムギ)~403 ppmNi (ダイコン) の範囲であった(第3表)。



第2図 10 μ M Ni 区と 50 μ M Ni 区の地上部/根部 Ni 含有率比の関係(図中の数字は第1表の作物番号以下同じ。直線は両区の比が等しい場合)

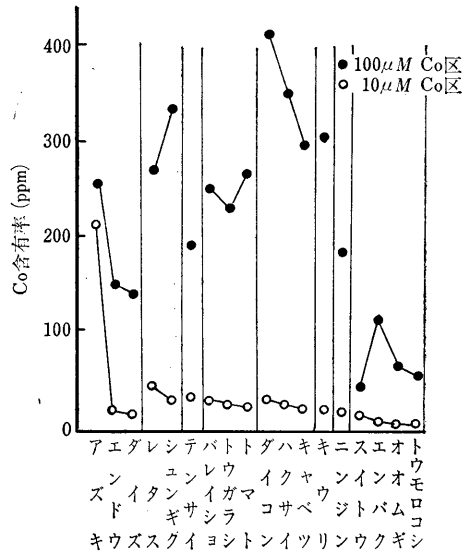
第3表 各処理区の全作物体 Ni および Co 含有率

No.	作物名	処 理			
		Ni 含有率 (ppm)		Co 含有率 (ppm)	
		10 μ M Ni 区	50 μ M Ni 区	10 μ M Co 区	100 μ M Co 区
1	シュンギク	61	260	71	569
2	レタス	95	371	167	562
3	キウリ	76	281	52	364
4	トウガラシ	60	270	48	428
5	トマト	76	308	116	618
6	パレイショ	75	289	77	636
7	ニンジン	78	381	125	749
8	ダイズ	69	200	60	226
9	アズキ	136	339	368	754
10	エンドウ	55	206	64	649
11	キャベツ	75	336	40	353
12	ダイコン	60	403	52	733
13	ハクサイ	55	390	32	442
14	テンサイ	110	250	149	496
15	スイトウ	41	173	96	320
16	オオムギ	41	166	32	208
17	エンバク	61	197	33	242
18	トウモロコシ	40	213	32	260

Co 含有率

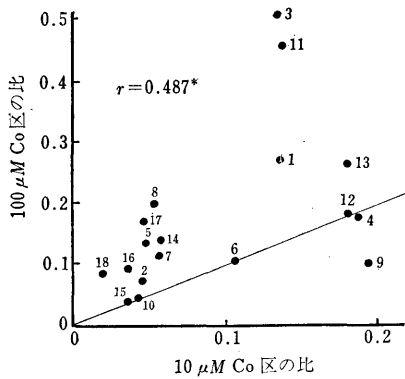
標準区については生育量の大きかったトマト, ダイコン, オオムギについてのみ正確な定量値が得られたが, それぞれ地上部では 0.99, 0.81, 0.86 ppmCo であり, 根部では 3.5, 4.1, 3.5 ppmCo であった。全作物平均では 10, 100 μ M Co 区でそれぞれ地上部では 31, 219 ppmCo, 根部では 328, 1607 ppmCo と, 根部で地上部より高く, 培地 Co 濃度の上昇で上昇した。

地上部の個々の作物の Co 含有率(第3図, 作物の配列順序は第1図と同方式)は, 10 μ M Co 区ではアズキで 211 ppmCo で他作物より極端に高く, 他の作物では 2(トウモロコシ)~43 ppmCo(レタス)に分布し, イネ科で低かった。100 μ M Co 区では 44(スイトウ)~413 ppmCo (ダイコン)に分布し, シュンギク, キウリ, アブラナ科で高く, エンバクを除くイネ科で低かった。10 μ M Co 区と 100 μ M Co 区の作物間の Co 含有率の高低順序は, アズキ, テンサイなどで異なり両区間の Co 含有率の全作物についての相関 ($r=0.234$) は統計的に有意でなかったが, アズキを除けば有意な正の相関 ($r=0.694^{**}$) が認められた。



第3図 各作物の地上部 Co 含有率

根部と地上部の含有率間の相関係数は 10 μ M Co 区では 0.757^{**} であって, 正の相関を示したが, 100 μ M Co 区では 0.248 で相関は認められなかった。それゆえ, 地上部/根部 Co 含有率比は大幅に変動し(第4図), 10 μ M Co 区では 0.035(オオムギ)~0.195(アズキ), 100 μ M Co 区では 0.037(スイトウ)~0.510(キウリ)の範囲であり, 一般に 100 μ M Co 区で高い値であったが,



第4図 10 μM Co 区と 100 μM Co 区の地上部/根部 Co 含有率比の関係 (図中の直線は両区の比が等しい場合)

アズキなどで例外であり、両区間の比の間にはある程度の相関が認められた。

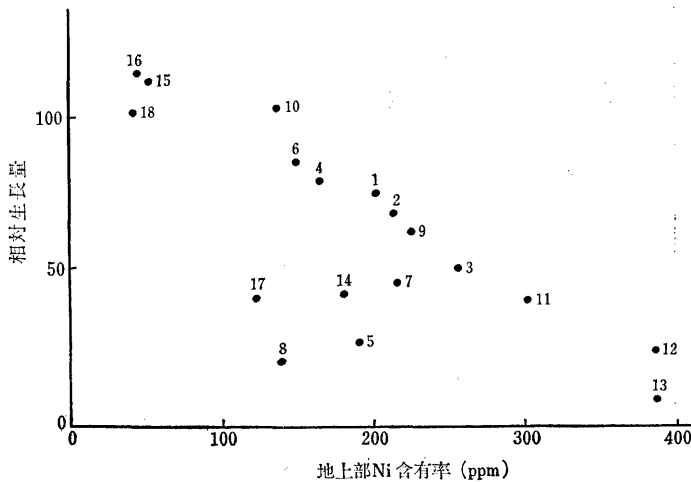
地上部と根部を含めた全植物体の含有率は 10 μM Co 区では 32 (オオムギ, トウモロコシ)~368 ppmCo (アズキ), 100 μM Co 区では 208 (オオムギ)~754 ppmCo (アズキ) の範囲であった (第3表)。

考 察

高 Ni 濃度耐性

50 μM Ni 区の相対生長量 (第2表) によりその値を 70 以上, 69~41, 40 以下に3区分し, 高 Ni 濃度耐性について供試作物を下記の3群に分けた。

- 強：オオムギ, スイトウ, エンドウ, トウモロコシ, バレイショ, トウガラシ, シュンギク
- 中：アズキ, キウリ, ニンジン, テンサイ, エンバク, キャベツ, レタス



第5図 50 μM Ni 区についての地上部 Ni 含有率と相対生長量の関係

弱：トマト, ダイコン, ダイズ, ハクサイ

なお, 10 μM Ni 区ではレタス, ダイコン以外の作物では影響は軽微であった。また, Ni 過剰による生育阻害は根部と地上部ではほぼ同程度に現われた。

50 μM Ni 区についてみると, 地上部 Ni 含有率の上昇により相対生長量が低下する傾向が認められた (第5図)。しかし, 根部 Ni 含有率と相対生長量との間には全く関係がみられなかった。したがって, 作物の高 Ni 濃度耐性は地上部 Ni 含有率と関係があると考えられる。

地上部 Ni 含有率と相対生長量との関係 (第5図) をさらに詳しく検討すると, ダイズ (8)注, トマト (5), テンサイ (14), エンバク (17) 以外の作物では, 地上部 Ni 含有率の上昇に伴って, ほぼ直線的に相対生長量が低下した。したがって, アブラナ科 (11, 12, 13) や, キウリ (3) では, 50 μM Ni 区において地上部 Ni 含有率が高まること, 相対生長量が小さい原因と考えられ, 逆にエンバクを除くイネ科 (15, 16, 18), エンドウ (10), バレイショ (6), トウガラシ (4) などでは地上部 Ni 含有率が低く維持されることが, この区で生育が低下しない原因と考えられる。一方, ダイズ, エンバク, トマト, テンサイでは地上部高含有率耐性が他作物より小さいと考えられる。

したがって, 各作物の高 Ni 濃度耐性は, 地上部 Ni 含有率を制御する根の機能と高地上部 Ni 含有率耐性によって決定されていると考えられる。すなわち, 高 Ni 濃度耐性が強い作物では地上部 Ni 含有率制御能が大きいことがその主因である。高 Ni 濃度耐性が中位の作物のうち, キウリ, ニンジン, アズキ, キャベツ, レタスでは地上部 Ni 含有率制御能が比較的小さいことがまた, テンサイ, エンバクでは高地上部 Ni 含有率耐性が弱いことが, 高 Ni 濃度耐性が比較的小さい主因である。また, 高 Ni 濃度耐性の弱い作物のうち, ダイコンとハクサイでは地上部 Ni 含有率制御能が極めて小さいことが, 一方, トマト, ダイズは高地上部 Ni 含有率耐性が弱いことがその主要因と考えられる。

地上部 Ni 含有率制御能の要因として, 根の Ni 排除能と地上部 Ni 移行阻止能が考えられる。このうち, Ni 排除能は全作物体 Ni 含有率 (第3表) の低いもので強く, 高いもので弱いと

注) () 内の数字は第1表の作物番号。

考えて、各作物の Ni 排除能を 50 μM 区で比較すると、イネ科、ダイズで強く、アブラナ科、ニンジン、レタス、アズキで弱いとみることが出来る。また地上部 Ni 移行阻止能は、地上部/根部 Ni 含有率比 (第 2 図) の大きいもので弱く、小さいもので強いと考えると、この比は 50 μM 区ではアブラナ科、キュウリ、シュンギクで大きく、エンバクを除くイネ科、レタス、パレイショ、エンドウで小さい。

第 4 表 各作物の Ni および Co に対する特性比較

作物	高濃度耐性		排除能		地上部移行阻止能		地上部高含有率耐性	
	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co
イネ科	スイトウ	強	強	強	強	強	—	—
	オオムギ	強	強	強	強	強	—	—
	トウモロコシ	強	強	強	強	強	—	—
	エンバク	中	中	強	強	中	弱	弱
マメ科	エンドウ	強	強	中	弱	強	強	—
	アズキ	中	中	弱	弱	中	強	(弱)
	ダイズ	弱	弱	強	強	中	中	極弱 極弱
ナス科	パレイショ	強	強	中	弱	強	中	—
	トウガラシ	強	強	中	中	中	中	—
	トマト	弱	弱	中	弱	中	中	弱
キュウ科	シュンギク	強	中	中	中	弱	弱	—
	レタス	中	弱	弱	中	強	強	—
ウリ科	キュウリ	中	弱	中	中	弱	弱	—
サンケイ科	ニンジン	中	強	弱	弱	中	中	—
アカザ科	テンサイ	中	弱	中	中	中	中	弱
アブラナ科	キャベツ	中	中	弱	中	弱	弱	—
	ハクサイ	弱	中	弱	中	弱	弱	—
	ダイコン	弱	中	弱	弱	弱	中	—

以上のことを第 4 表に一括した。これによれば、イネ科作物は一般に根の Ni 排除能、地上部 Ni 移行阻止能が強く、そのために地上部 Ni 含有率が低く保たれ、高 Ni 濃度耐性が強い。ただし、エンバクは例外で、根の地上部 Ni 移行阻止能が中位で、地上部高 Ni 含有率耐性が弱く、高 Ni 濃度耐性は中位である。一方、アブラナ科では根の両機能が弱く、地上部 Ni 含有率が高く、そのために高 Ni 濃度耐性が弱い。キャベツは比較的両機能が強い。高 Ni 濃度耐性は中位である。以下、同一科

内においても高 Ni 濃度耐性の強弱があるが、ほぼ上記と類似の議論で説明が可能である。たとえば、ダイズは根の Ni 排除能は強く、地上部 Ni 移行阻止能も中位であるが、地上部 Ni 含有率耐性が極めて弱いために、高 Ni 濃度耐性は弱い。

高 Co 濃度耐性

高 Ni 濃度耐性の場合と同様にして 100 μM Co 区の相対生長量 (第 2 表) より、高 Co 濃度耐性について供試作物を下記の 3 群に分けた。

強：エンドウ、スイトウ、ニンジン、トウモロコシ、パレイショ、トウガラシ、オオムギ

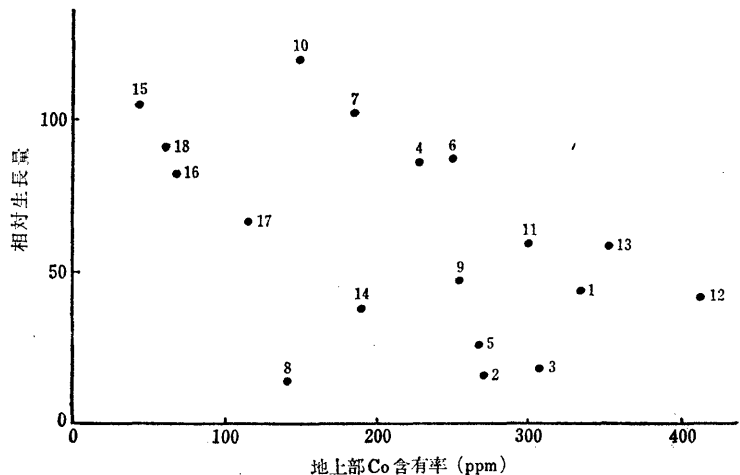
中：エンバク、キャベツ、ハクサイ、アズキ、シュンギク、ダイコン

弱：テンサイ、トマト、キュウリ、レタス、ダイズ

なお、10 μM Co 区で明らかに生育が低下したのは、トマト、レタスであった。

100 μM Co 区の地上部 Co 含有率と相対生長量の関係 (第 6 図) をみると、高含有率の作物の相対生長量は小さく、低含有率作物の相対生長量は大きいという関係がみられる。しかし、根部 Co 含有率と相対生長量との間には、全く関係がみられない。したがって、高 Co 濃度耐性は地上部 Co 含有率と関係があると考えられる。

地上部 Co 含有率と相対生長量との関係 (第 6 図) を、さらに詳しく検討すると、ダイズ (8) 以外の作物はほぼ 2 つの直線に乗る作物に分けることができる。すなわち、上位の直線上の作物では、下位の直線上の作物より地上部高 Co 含有率耐性が強いと考えられる。そして、ダイズおよび下位の直線上の作物のうち、相対生長量が実質的に低下 (<70) した作物は、高 Co 含有率耐性が他作物より弱いと考えられる。したがって、シュンギク (1)、



第 6 図 100 μM Co 区についての地上部 Co 含有率と相対生長量の関係

アブラナ科 (11, 12, 13) では、 $100 \mu\text{M}$ Co 区において地上部 Co 含有率制御能が弱いことが高 Co 濃度耐性が弱い主因であり、エンバクを除いたイネ科 (15, 16, 18) では、地上部 Co 含有率制御能が強いことが高 Co 濃度耐性が強い主因と考えられる。一方、エンドウ (10)、ニンジン (7)、トウガラシ (4)、パレイショ (6) では、地上部高 Co 含有率耐性が強いことが高 Co 濃度耐性が強い主因である。また、ダイズ (8)、テンサイ (14)、エンバク (17) では地上部高 Co 含有率耐性が弱いことが、さらにトマト (5)、レタス (2)、キュウリ (3) では、地上部 Co 含有率制御能が弱いとともに地上部高 Co 含有率耐性が弱いことが高 Co 濃度耐性が弱い主因と考えられる。

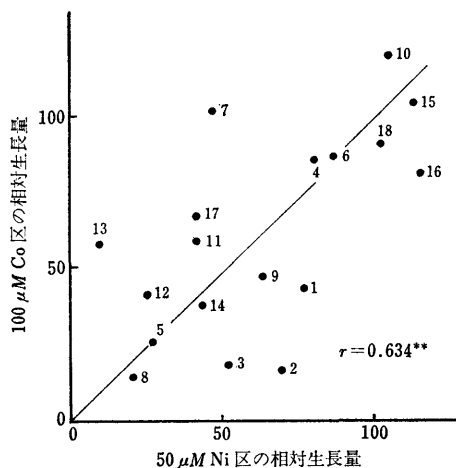
つぎに、地上部 Co 含有率制御能の要因を根の Co 排除能と地上部 Co 移行阻止能に解析すると、Co 排除能〔 $100 \mu\text{M}$ Co 区の全作物体当たり Co 含有率 (第3表) によって判定〕はイネ科、ダイズで強く、アズキ、ニンジン、ダイコン、エンドウ、パレイショ、トマトで弱く、地上部 Co 移行阻止能〔 $100 \mu\text{M}$ Co 区の地上部/根部 Co 含有率比 (第4図) で判定〕はキュウリ、キャベツ、シュンギク、ハクサイで弱く、エンドウ、レタス、アズキ、エンバクを除くイネ科で強いと考えられる。すなわち、地上部 Co 含有率制御能が強い作物はいずれも Co 排除能が強く、地上部 Co 移行阻止能も強か中であり、とくにイネ科のスイトウ、トウモロコシ、オオムギは、Co 排除能、地上部 Co 移行阻止能がともに強い。また、地上部 Co 含有率制御能が弱い作物は Co 排除能が中か弱で、地上部 Co 移行阻止能も中か弱である。

以上のことを第4表に一括示したが、この表により Ni の場合とはほぼ同様の議論が成り立つ。

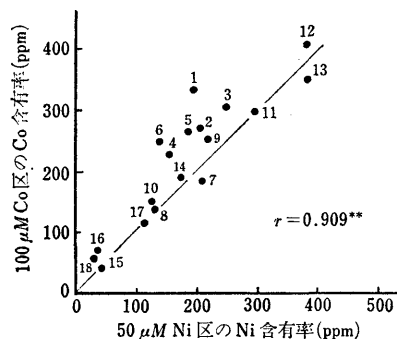
高 Ni 濃度耐性と高 Co 濃度耐性との関係

$50 \mu\text{M}$ Ni 区と $100 \mu\text{M}$ Co 区の相対生長量間には統計的に有意な正の相関が認められる (第7図)。したがって、多くの作物で高 Ni 濃度耐性と高 Co 濃度耐性は類似しているとみることができよう。しかし、この対応関係には例外があり、ニンジン (7)、ハクサイ (13) では $50 \mu\text{M}$ Ni 区と比較して $100 \mu\text{M}$ Co 区の相対生長量がかなり大きく、一方、レタス (2)、キュウリ (3) では $50 \mu\text{M}$ Ni 区と比較して $100 \mu\text{M}$ Co 区の相対生長量が小さかった。なお、多くの作物では $50 \mu\text{M}$ Ni 区と $100 \mu\text{M}$ Co 区とでは相対生長量が類似しており、Ni と Co の処理濃度の差を考慮すると、Ni の方が Co より毒性が強いとも考えられる。

地上部について $50 \mu\text{M}$ Ni 区の Ni 含有率と $100 \mu\text{M}$ Co 区の Co 含有率との関係 (第8図) をみると、Ni に対して Co の培地濃度は2倍であるが、地上部含有率は



第7図 $50 \mu\text{M}$ Ni 区と $100 \mu\text{M}$ Co 区の相対生長量の関係 (図中の直線は両区の相対生長量が等しい場合)

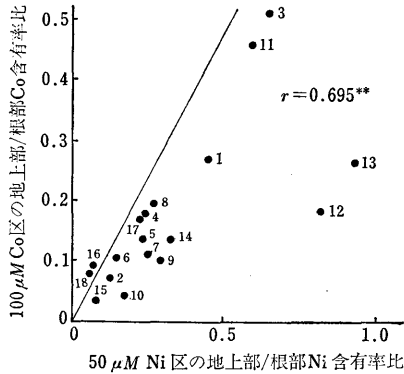


第8図 地上部についての $50 \mu\text{M}$ Ni 区の Ni 含有率と $100 \mu\text{M}$ Co 区の Co 含有率の関係 (図中の直線は両含有率が等しい場合)

両者ほぼ等しく、Ni の方が Co より吸収されて地上部に集積しやすいと考えられる。しかし、両者間の相関係数は著しく大きな値であった。

全作物体含有率について、 $50 \mu\text{M}$ Ni 区の Ni 含有率と $100 \mu\text{M}$ Co 区の Co 含有率を比較すると (第3表)、全作物で Co 含有率が Ni 含有率より高く、他の作物に比べてキャベツやハクサイで Co 含有率に対して Ni 含有率が高く、エンドウでは Ni 含有率に対して Co 含有率が高い傾向にあったが、一般的にいって高 Ni 含有率の作物は高 Co 含有率で両者間の相関係数は 0.663^{**} である。

$50 \mu\text{M}$ Ni 区の地上部/根部 Ni 含有率比と $100 \mu\text{M}$ Co 区の地上部/根部 Co 含有率比との間にも正の相関が認められた (第9図)。ただし、一般に $50 \mu\text{M}$ Ni 区における比が $100 \mu\text{M}$ Co 区における比より大きく、Ni は Co に対して地上部移行性が高いと考えられる。いずれに



第9図 50 μM Ni 区の地上部/根部 Ni 含有率比と 100 μM Co 区の地上部/根部 Co 含有率比の関係 (図中の直線は両区の比が等しい場合)

でも、根の地上部移行阻止能は Ni に対してと Co に対してとは平行関係にあると考えられる。ただし、ダイコン(12)、ハクサイ(13)では他の作物に比べて Ni 阻止能が Co 阻止能より弱い。

以上のことから、高 Ni 濃度耐性と高 Co 濃度耐性とは類似しているものと理解される。このことは第4表でも明瞭である。すなわち、第4表中キク科以下のいくつかの作物で高濃度耐性が Ni と Co に対して異なる場合があるが、これらでも強-中、中-弱といった組合せで、強-弱の組合せのものは一例もない。さらに排除能、地上部移行阻止能についても同様のことがいえる。すなわち、Ni と Co についての高濃度耐性は同一機作による場面が多いと考えられる。

要 約

18種の作物を標準、10 μM Ni, 50 μM Ni, 10 μM Co, 100 μM Co の培養液で生育させ、生育量、地上部、根部の Ni および Co 含有率を測定し、下記の結果を得た。

1) 供試作物中高濃度耐性の強いもの、また弱いもの

は下記のごとくである。

高 Ni 濃度耐性

強: スイトウ, オオムギ, トウモロコシ, エンドウ, バレイショ, トウガラシ, シュンギク

弱: トマト, ダイズ, ダイコン, ハクサイ

高 Co 濃度耐性

強: スイトウ, オオムギ, トウモロコシ, エンドウ, バレイショ, トウガラシ, ニンジン

弱: トマト, ダイズ, テンサイ, キウリ, レタス

2) 高 Ni 濃度耐性の作物種間差は、(a) 根の Ni 排除能と Ni 地上部移行阻止能とによって支配される地上部 Ni 含有率制御能と (b) 地上部高 Ni 含有率耐性の組合せによって決定される。Co についても同様のことがいえる。

3) 高 Ni 濃度耐性と高 Co 濃度耐性とは同一機作によって支配される場面が多いと考えられ、両者間には平行関係が認められる。

文 献

- 藤原彰夫・菊地武三: 微量元素に関する研究—Ni および Zn について, 土肥誌, 21, 37~40 (1951)
- 茅野充男・北岸確三: 重金属元素の過剰による水稲の被害に関する研究 (第1報), 銅, ニッケル, コバルト, 亜鉛およびマンガン処理濃度を変えたときの水稲の生育, 土肥誌, 37, 342~347 (1966), 同 (第2報), 銅, ニッケル, コバルト, 亜鉛およびマンガン処理開始時期を変えたときの水稲の生育, 土肥誌, 37, 372~377 (1966)
- 水野直治: 北海道蛇紋岩質土壌の化学的特性に関する研究, 北海道立農業試験場集報, 15, 48~55 (1967)
- 高岸秀次郎・東野正三・飲塚隆治: 蛇紋岩質土壌に生育する桑の異常障害に関する研究, 第1報 異常症状および症状発生桑園土壌の化学性と桑の無機組成, 日蚕報, 42, 135~143 (1973)
- 田中 明・但野利秋・山田三樹夫: 塩基適応性の作物種間差 (第1報), カルシウム適応性, 土肥誌, 44, 334~339 (1973)