

野菜類等の硝酸根，亜硝酸根含有量調査

藤 沼 賢 司, 井 部 明 広, 田 端 節 子, 橋 本 秀 樹, 斎 藤 和 夫,
中 里 光 男, 石 川 ふ さ 子, 守 安 貴 子, 嶋 村 保 洋, 菊 地 洋 子,
小 川 仁 志, 牛 山 博 文, 横 山 敬 子, 安 田 和 男

Contents of Nitrate and Nitrite in Vegetables and Fruits

Kenji FUJINUMA, Akihiro IBE, Setsuko TABATA, Hideki HASHIMOTO, Kazuo SAITO,
Mitsuo MAKAZATO, Fusako ISHIKAWA, Takako MORIYASU, Yasuhiro SHIMAMURA, Yoko KIKUCHI,
Hitoshi OGAWA, Hirofumi USHIYAMA, Keiko YOKOYAMA and Kazuo YASUDA

野菜類等の硝酸根、亜硝酸根含有量調査

藤沼賢司^{*1}, 井部明広^{*1}, 田端節子^{*1}, 橋本秀樹^{*2}, 斎藤和夫^{*3},
中里光男^{*4}, 石川ふさ子^{*4}, 守安貴子^{*5}, 嶋村保洋^{*6}, 菊地洋子^{*7},
小川仁志^{*4}, 牛山博文^{*8}, 横山敬子^{*9}, 安田和男^{*10}

Contents of Nitrate and Nitrite in Vegetables and Fruits

Kenji FUJINUMA ^{*1}, Akihiro IBE ^{*1}, Setsuko TABATA ^{*1}, Hideki HASHIMOTO ^{*2}, Kazuo SAITO ^{*3},
Mitsuo NAKAZATO ^{*4}, Fusako ISHIKAWA ^{*4}, Takako MORIYASU ^{*5}, Yasuhiro SHIMAMURA ^{*6}, Yoko KIKUCHI ^{*7},
Hitoshi OGAWA ^{*4}, Hirofumi USHIYAMA ^{*8}, Keiko YOKOYAMA ^{*9} and Kazuo YASUDA ^{*10}

Keywords : 野菜 vegetables, 果実 fruits, 硝酸根 nitrate, 亜硝酸根 nitrite

はじめに

硝酸塩は、土壌などの自然界に広く分布している。植物は、成長に必要なアミノ酸やタンパク質を合成するための主な窒素源として硝酸塩を根から吸収し、利用している。そのため、硝酸塩は野菜などの多くの植物性食品に広く存在している。

硝酸塩は、通常摂取する程度では特に人体に有害なものではないが、ヒトの体内で還元され亜硝酸塩に変化すると、乳幼児のメトヘモグロビン血症や発ガン性物質であるニトロソアミン化合物の生成に関与するおそれがあることが指摘されている¹⁾。

1995年、FAO/WHO合同食品添加物専門家委員会 (JECFA) は、食品添加物としての硝酸塩 (硝酸ナトリウム) について、一日許容摂取量 (ADI) を体重 1 kg 当たり 5 mg (硝酸イオンとして 3.7 mg) と設定している。

厚生労働省が行った「食品添加物の一日摂取量に関する調査」結果では、硝酸イオンの総 1 日摂取量は、ADI の値を超えており、特に、果実類、野菜類等の第 7 群からの摂取量が多いことが報告されている^{2, 3)}。

しかし、ADI の設定に際して JECFA は、「野菜は硝酸塩の主要な摂取源であるが、野菜を摂取することの有用性はよく知られており、野菜から摂取する硝酸塩の量を直接 ADI と比較することや、野菜中の硝酸塩について基準値を設定することは適当ではない。」とするコメントを付記している^{4, 5)}。

一方、EU では、ほうれんそう及びレタスの硝酸塩濃度が特に高いことや施肥管理等農法の改善により硝酸塩濃

度の低減が可能であることから、1997年1月にほうれんそう及びレタスについて硝酸塩の最大含有量基準を定めている^{4, 5)}。

現在、我が国では、野菜中の硝酸塩の基準値は設定されていない。このように野菜類中の硝酸塩に対する評価や基準値の設定状況など、未だ国際的に定まった考え方が明らかでない状況にある。

東京都では、昭和51年度から野菜類の硝酸根等の含有量把握のための実態調査を実施している。今回、特に調査データが多くある昭和58年度から平成4年度の調査結果について、種々の野菜類等における硝酸塩及び亜硝酸塩の含有量及び分類別の含有分布を把握することを目的としてまとめたので報告する。

実験方法

1. 調査期間

昭和58年度～平成4年度。各年度につき、おおむね季節ごとに4回検査を実施した。

2. 調査試料

東京都内の卸売市場に入荷した野菜類、果実類、キノコ類、山菜類 69 品種、2,870 検体を試料とした。

3. 検査方法

1) 検査用試料の調製 野菜類、果実類、キノコ類、山菜類は、いずれも可食部を用いた。すなわち、土壌の付着した試料は、蒸留水で土壌を洗い落とし、水分をろ紙

* 1 東京都健康安全研究センター食品化学部食品成分研究科 169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1

* 1 Tokyo Metropolitan Institute of Public Health

3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073 Japan

* 2 同センター精度管理室

* 3 同センター医薬品部

* 4 同センター食品化学部食品添加物研究科

* 5 同センター医薬品部医薬品研究科

* 6 同センター微生物部疫学情報室

* 7 同センター医薬品部微量分析研究科

* 8 同センター多摩支所食品衛生研究科

* 9 同センター微生物部食品微生物研究科

* 10 同センター食品化学部

等で拭き取った。また、傷のあるもの、鮮度の落ちた部位は、除去し、喫食可能な状態にした。一般に、外皮を除去して喫食するものについては、通常の方法に従い外皮を除去した。

得られた可食部全体を試料とし、包丁等を用いて裁断均一化したものを検査用試料とした。

2) 試験溶液の調製 検査用試料の一定量を取り、酢酸アンモニウム緩衝液 (pH 9.0)を加え、ホモジナイズした。これに、硫酸アルミニウムカリウムより作成したアルミナクリームを加え、混和した後、ろ紙ろ過したものを試験溶液とした。

3) 定量 硝酸根は、カドミウム還元カラム法により亜硝酸根に還元した後、スルファミン、ナフチルエチレンジアミンを用いたジアゾカップリング反応を利用した比色法により定量を行った⁶⁾。

亜硝酸根は、硝酸根と同様に比色法により定量を行った。

また、硝酸根、亜硝酸根が同時に検出された場合には、硝酸根は亜硝酸根による補正を行った。

4) 定量下限値 本法による硝酸根、亜硝酸根の定量下限値は、それぞれ、5 µg/g, 1 µg/gであった。

結果及び考察

1. 野菜類, 果実類の分類方法

野菜類, 果実類の分類は、食品図鑑⁷⁾の分類に準じて行った(表 1)。

表 1. 野菜類, 果実類等の分類

分類	品種数	検体数	
野菜類	葉菜類	18	1,118
	根菜類	9	576
	茎菜類	3	21
	鱗茎菜類	6	282
	果菜類	10	476
	花菜類	2	36
	果実的野菜	5	69
	芽類	3	69
果実類	柑橘果実	5	112
	仁果果実	2	54
	核果果実	1	3
	熱帯性果実	2	15
キノコ類	2	36	
山菜類	1	3	
合計	69	2,870	

野菜は、食用に用いられる部位による分類に従い、葉菜類, 根菜類, 茎菜類, 鱗茎菜類, 果菜類, 花菜類に分類した。果菜類として分類されているメロン類, イチゴは、農林水産省の分類を参考に果実的野菜として区別し

た。カイワレダイコン, ツマミナ, マメモヤシは、芽類とした。イモ類については、根菜類に分類した。

果実類は、柑橘果実, 仁果果実, 核果果実, 熱帯性果実に分類した。

2. 野菜類等の硝酸根, 亜硝酸根の検査結果

野菜類等の硝酸根, 亜硝酸根の検査結果を、表 1 の分類に従って、表 2, 3 に示した。また、硝酸根については、硝酸根の含有量の最大値が、1,000 µg/g 以下のもの、1,000 µg/g を超え 20,000 µg/g 以下のものに分類を 2 分し、それぞれの含有量の分布を図 1, 2 に示した。なお、平均値, 標準偏差を算出する場合には、硝酸根, 亜硝酸根の ND の値はそれぞれ定量下限値の 2 分の 1 の値 (硝酸根 : 2.5 µg/g, 亜硝酸根 : 0.5 µg/g) を用いた。

1) 硝酸根

野菜中の硝酸根の含有量は、種類や品種によって大きく異なっていた。すなわち、葉菜類で比較的高い値を示し、特に、チンゲンサイ, パクチョイで、10,000 µg/g を超えるものがあつた。

鱗茎菜類では、葉部を食用とするもの (アサツキ, ニラ, ネギ, ワケギ) と鱗茎部を食用とするもの (タマネギ, ラッキョウ) とで、硝酸根の含有量に大きな差が認められた。

野菜類のうち、茎菜類, 果菜類, 花菜類, 果実的野菜は、硝酸根の濃度が低い傾向にあつた。また、果実類, キノコ類, 山菜類の硝酸根の濃度についても、すべて検出限界以下など、全般的に低い傾向にあつた。

硝酸根を含有する同一品種でもその含有量に大きな幅があることが認められた。季節などの収穫時期や土壌などの環境条件や施肥などの栽培条件等が影響しているものと考えられる。

2) 亜硝酸根

亜硝酸根は、植物体中に広く分布しているが、その含有量は硝酸根に比べて少なく、野菜中の含有量は、1 ~ 15 µg/g の検出例はあるが、ほとんどのものは 5 µg/g 以下である¹⁾。

今回の調査では、69 品種, 2,870 検体を検査したが、亜硝酸根はシュンギクで 5 検体から検出 (10 ~ 75 µg/g) され、他はいずれも検出限界以下であつた。

3) 硝酸根含有量の度数分布

検体数 50 以上の 19 品種については、硝酸根の含有量の度数分布を図 3, 4 に示した。階級数は 10 とし、階級幅は、硝酸根の含有量の最大値を参考にそれぞれ品種ごとに設定した。なお、度数分布図は、品名のアイウエオ順に示した。

キャベツ, コマツナ, ホウレンソウ, レタスでは、正規分布に近い度数分布を示した。サツマイモ, タマネギ, ネギでは 70%以上の試料は、濃度階級の最下位以下であり、度数分布にゆがみが見られた。

表2. 野菜類等の硝酸根, 亜硝酸根の検査結果(1)
野菜類 (葉菜類, 根菜類, 茎菜類, 鱗茎菜類)

分類	品名	検体数	硝酸根 (µg/g)				亜硝酸根 (µg/g)			
			最小値	最大値	平均値	標準偏差	最小値	最大値	平均値	標準偏差
葉菜類	キャベツ	267	ND	1,600	700	300	ND	ND	ND	-
	グリーンボール	15	510	1,900	1,300	440	ND	ND	ND	-
	コールラビー	3	1,200	3,300	2,200	1,100	ND	ND	ND	-
	コマツナ	168	990	9,000	4,300	1,500	ND	ND	ND	-
	シュンギク	48	840	5,400	3,100	1,300	ND	75	4	14
	セロリ	50	840	5,700	3,000	1,400	ND	ND	ND	-
	ターサイ	12	43	6,600	2,100	2,200	ND	ND	ND	-
	チンゲンサイ	54	390	16,000	4,000	3,200	ND	ND	ND	-
	ハクサイ	132	110	2,900	1,100	630	ND	ND	ND	-
	パクチョイ	3	5,300	11,000	8,200	2,900	ND	ND	ND	-
	ハスイモ	3	3,500	7,000	5,500	1,800	ND	ND	ND	-
	パセリ	9	940	4,900	2,600	1,500	ND	ND	ND	-
	フキ	6	1,300	2,000	1,700	280	ND	ND	ND	-
	ハウレンソウ	207	490	6,200	2,400	1,200	ND	ND	ND	-
	ミツバ	12	90	4,900	3,100	1,900	ND	ND	ND	-
	メキャベツ	3	83	110	94	14	ND	ND	ND	-
	レタス	108	340	1,700	1,100	290	ND	ND	ND	-
	レッドキャベツ	18	19	860	310	290	ND	ND	ND	-
根菜類	カブ	87	160	4,100	1,300	670	ND	ND	ND	-
	サツマイモ	72	ND	860	72	170	ND	ND	ND	-
	サトイモ	30	13	5,000	1,200	1,700	ND	ND	ND	-
	ジャガイモ	54	ND	470	89	87	ND	ND	ND	-
	ダイコン	192	ND	6,500	1,500	960	ND	ND	ND	-
	ニンジン	54	16	1,100	380	250	ND	ND	ND	-
	ネショウガ	9	100	410	250	110	ND	ND	ND	-
	ヤマトイモ	30	100	2,500	920	440	ND	ND	ND	-
	レンコン	48	ND	12	ND	-	ND	ND	ND	-
茎菜類	アスパラガス	6	ND	15	ND	-	ND	ND	ND	-
	ウド	6	50	530	240	190	ND	ND	ND	-
	タケノコ	9	ND	58	29	19	ND	ND	ND	-
鱗茎菜類	アサツキ	27	630	2,600	1,600	620	ND	ND	ND	-
	タマネギ	69	ND	97	7	16	ND	ND	ND	-
	ニラ	27	220	3,200	1,300	890	ND	ND	ND	-
	ネギ	150	ND	4,400	460	770	ND	ND	ND	-
	ラキョウウ	6	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
	ワケギ	3	130	450	290	160	ND	ND	ND	-

ND: 硝酸根 5 µg/g 未満, 亜硝酸根 1 µg/g 未満

表3. 野菜類等の硝酸根, 亜硝酸根の検査結果(2)

野菜類 (果菜類, 花菜類, 果実的野菜, 芽類), 果実類, キノコ類, 山菜類

分類	品名	検体数	硝酸根 (µg/g)				亜硝酸根 (µg/g)			
			最小値	最大値	平均値	標準偏差	最小値	最大値	平均値	標準偏差
果菜類	エダマメ	3	9	10	9	0	ND	ND	ND	-
	オクラ	9	18	300	130	92	ND	ND	ND	-
	カボチャ	51	ND	850	140	200	ND	ND	ND	-
	キュウリ	131	21	580	180	120	ND	ND	ND	-
	ソラマメ	6	37	62	49	11	ND	ND	ND	-
	チェリートマト	9	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
	トウモロコシ	24	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
	トマト	120	ND	190	24	36	ND	ND	ND	-
	ナス	63	35	640	330	130	ND	ND	ND	-
	ピーマン	60	14	460	100	100	ND	ND	ND	-
花菜類	カリフラワー	6	320	800	500	180	ND	ND	ND	-
	ブロッコリー	30	ND	180	38	54	ND	ND	ND	-
果実的野菜	アムスメロン	6	140	550	270	160	ND	ND	ND	-
	アンデスメロン	18	52	400	170	99	ND	ND	ND	-
	イチゴ	12	ND	76	29	19	ND	ND	ND	-
	プリンスメロン	21	ND	170	57	44	ND	ND	ND	-
	メロン	12	46	150	110	35	ND	ND	ND	-
芽類	カイワレダイコン	36	310	2,700	960	680	ND	ND	ND	-
	ツマミナ	24	2,500	8,700	4,600	1,300	ND	ND	ND	-
	マメモヤシ	9	ND	19	7	7	ND	ND	ND	-
柑橘果実	アマナツミカン	15	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
	イヨカン	36	ND	22	8	6	ND	ND	ND	-
	ネーブル	19	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
	ハッサク	15	ND	12	ND	-	ND	ND	ND	-
	ミカン	27	ND	8	ND	-	ND	ND	ND	-
仁果果実	ナシ	24	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
	リンゴ	30	ND	12	ND	-	ND	ND	ND	-
核果果実	ウメ	3	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
熱帯性果実	キウイ	9	10	17	12	2	ND	ND	ND	-
	バナナ	6	160	260	210	40	ND	ND	ND	-
キノコ類	エノキタケ	18	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
	シイタケ	18	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-
山菜類	ワラビ	3	11	20	15	4	ND	ND	ND	-

ND: 硝酸根 5 µg/g 未満, 亜硝酸根 1 µg/g 未満

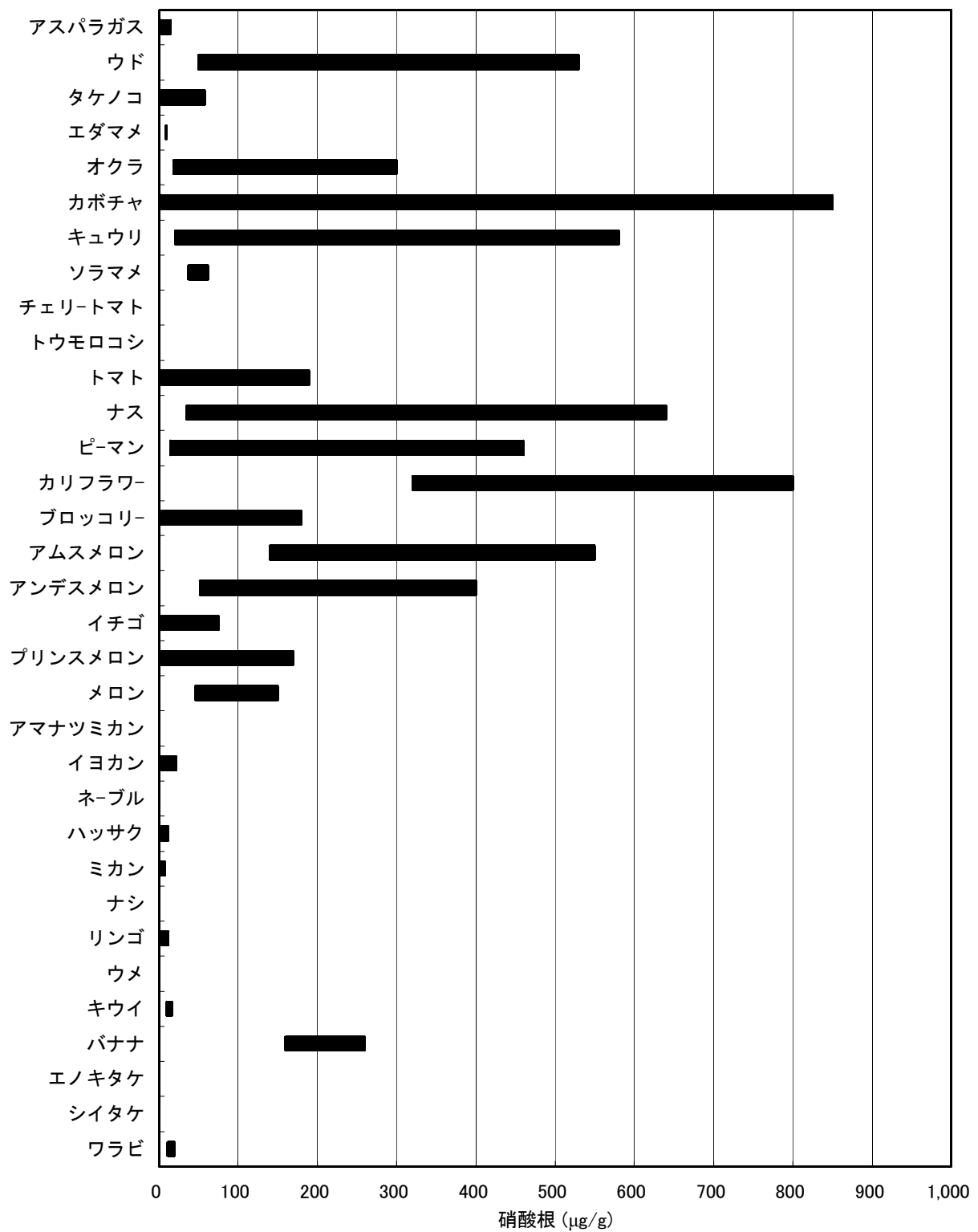


図1. 野菜類等の硝酸根含有量の分布(1)

野菜類 (茎菜類, 果菜類, 花菜類, 果実的野菜), 果実類, キノコ類, 山菜類

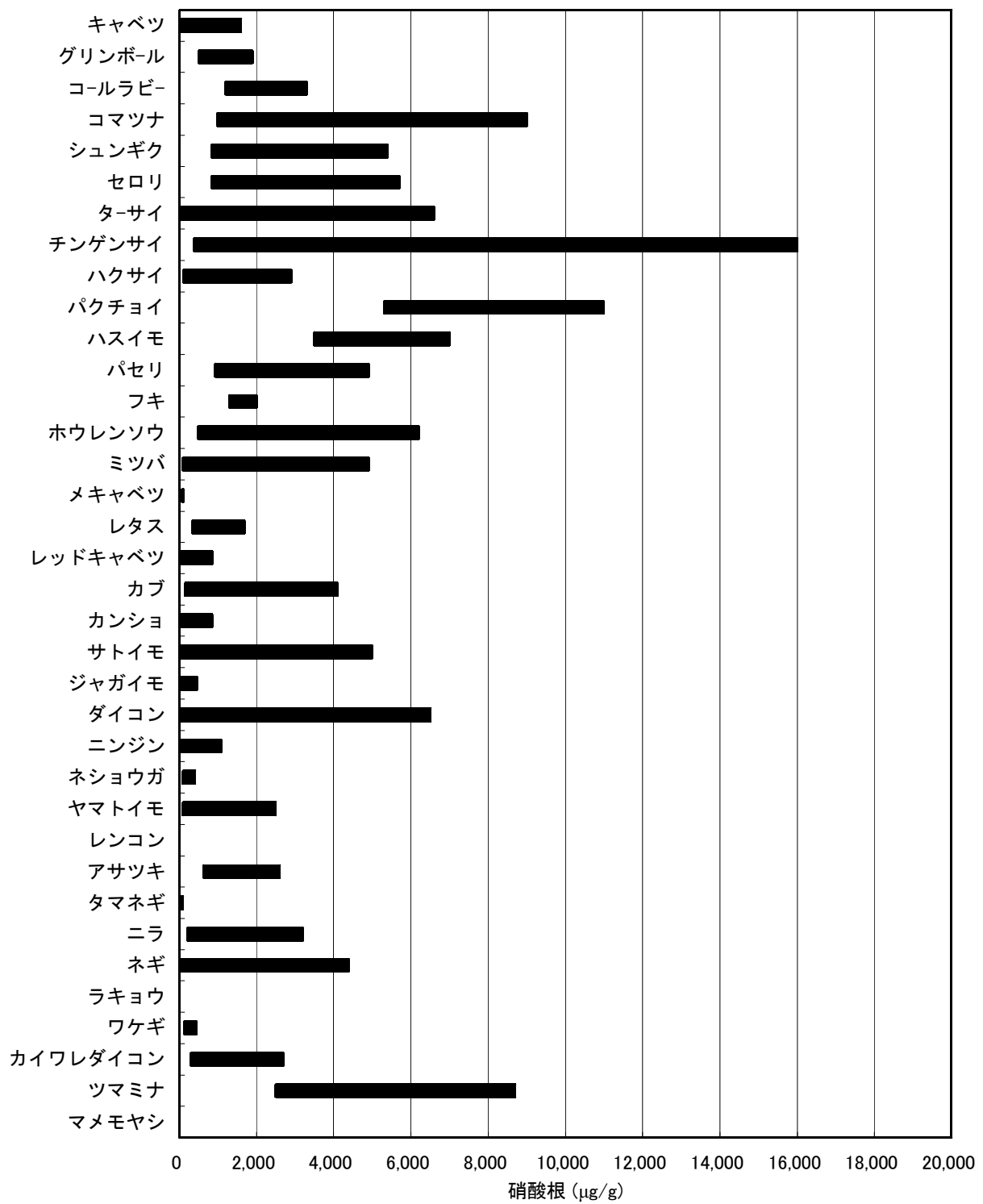


図2. 野菜類等の硝酸根含有量の分布(2)
 野菜類 (葉菜類, 根菜類, 鱗茎菜類, 芽類)

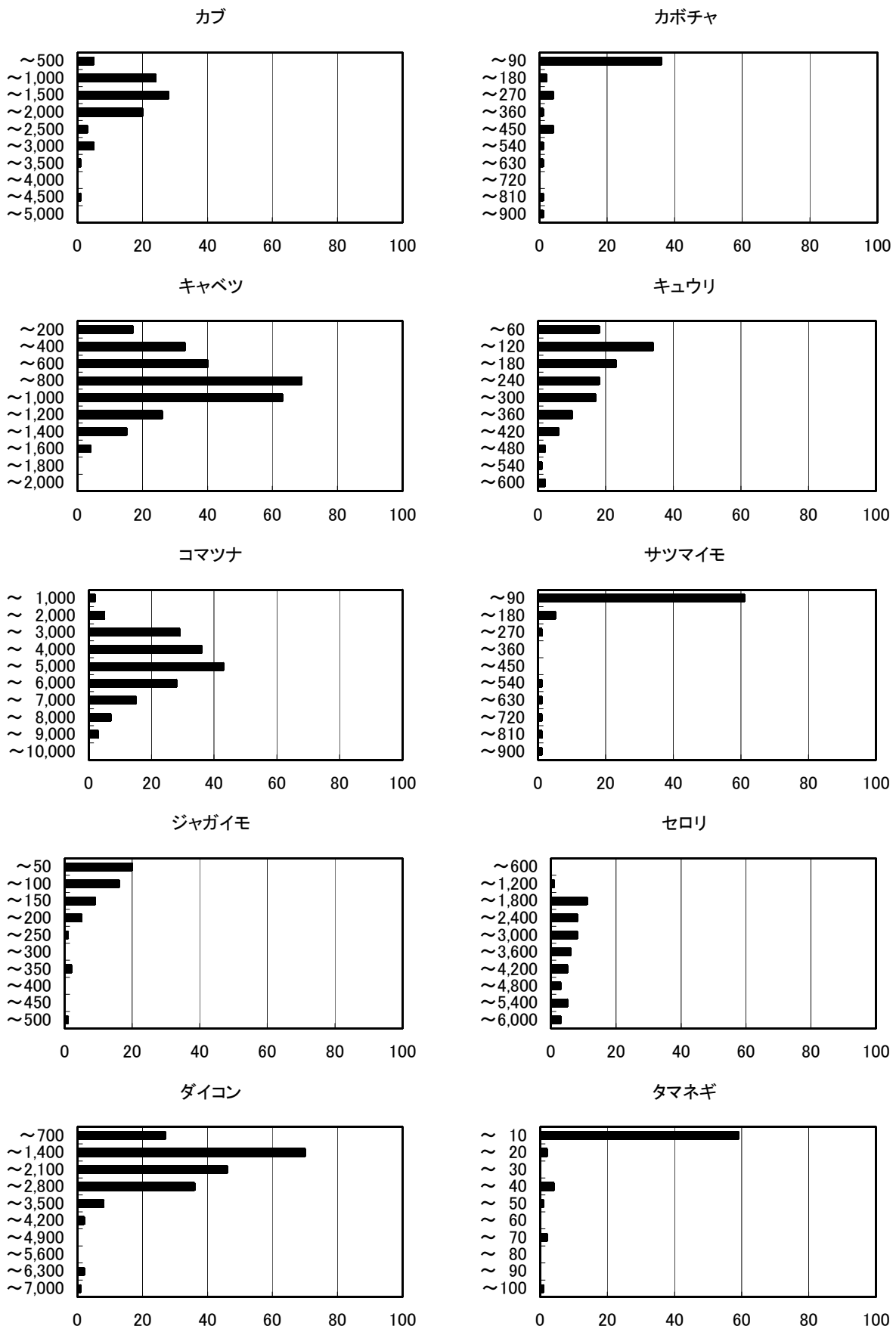


図3. 野菜類中の硝酸根含有量の度数分布(1)
縦軸：硝酸根 ($\mu\text{g/g}$), 横軸：検体数

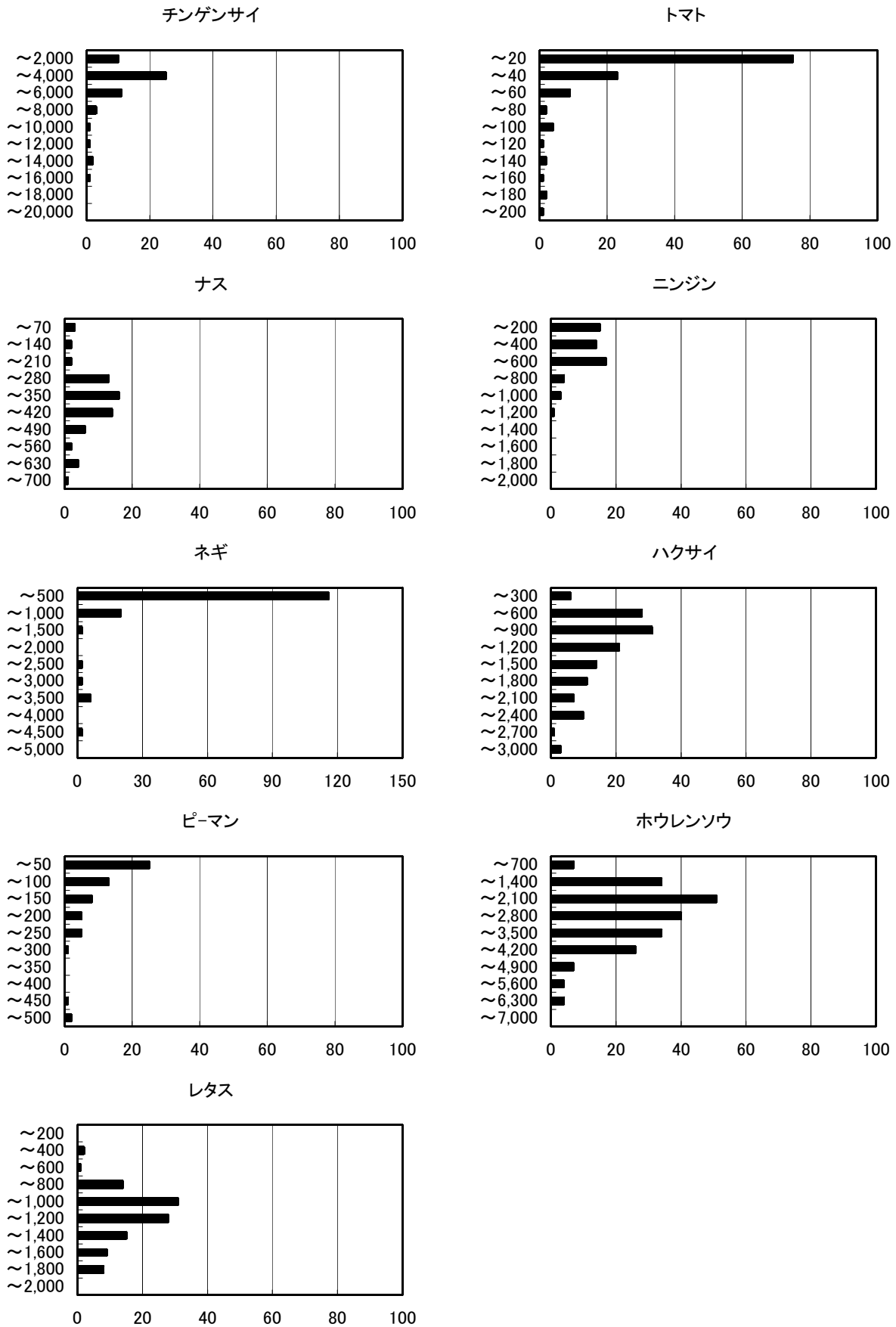


図4. 野菜類中の硝酸根含有量の度数分布(2)
縦軸：硝酸根 (µg/g), 横軸：検体数

まとめ

1) 昭和 58 年度～平成 4 年度にかけて、東京都内の卸売市場に入荷した野菜類、果実類、キノコ類、山菜類の 69 品種、2,870 検体について硝酸根、亜硝酸根の含有実態調査を実施した。

2) 硝酸根は、葉菜類で比較的高い値を示し、特に、チンゲンサイ、パクチョイで 10,000 $\mu\text{g/g}$ を超えるものがあった。亜硝酸根は、シュンギクで 5 検体から検出(10～75 $\mu\text{g/g}$)されたが、他はいずれも検出限界以下であった。

3) 野菜中の硝酸根の含有量は、種類や品種によって大きく異なり、同一品種でもその含有量に大きな幅があることが認められた。収穫時期や土壌環境条件、栽培条件等が影響しているものと考えられる。

4) 現在、野菜中の硝酸塩濃度を低減するために、様々な取組が実施されていることから、今後も、野菜類等の硝酸根、亜硝酸根の含有量実態調査を継続していくことが必要である。

付 記

本調査は、当センターの旧組織である東京都立衛生研究所 生活科学部食品研究科第 1～5 研究室の多くの研究員により実施されたものである。また、本調査資料は、野菜類の硝酸根等の含有量実態調査を進める中で、著者らが、数回に渡ってデータベース化し、検査の実施

に当たって参考資料として使用していたものを、分類し直し、考察を加えたものである。

文 献

- 1) 第 7 版食品添加物公定書解説書, 9-15, 650-655, 1999, 廣川書房, 東京.
- 2) 矢田朋子, 藤井美樹, 田淵佳子, 他: 日本食品化学学会誌, **5**(1), 69-73, 1998.
- 3) 岡田安代, 衣本香織, 藤関早百合, 他: 日本食品化学学会誌, **8**(2), 100-104, 2001.
- 4) 農林水産省 消費・安全局 農産安全管理課: 野菜中の硝酸塩に関する情報,
http://www.maff.go.jp/syoku_anzen/syosan/index.htm (2007 年 8 月 30 日現在, なお, 本 URL は変更または抹消の可能性がある).
- 5) 農林水産省 消費・安全局 農産安全管理課: 野菜中の硝酸塩に関する情報について,
<http://alic.vegenet.jp/yasaijoho/joho/0507/joho01.html> (2007 年 8 月 30 日現在, なお, 本 URL は変更または抹消の可能性がある).
- 6) 日本薬学会編: 衛生試験法・注解 1980, 319-321, 1980, 金原出版, 東京.
- 7) 新版原色食品図鑑, 1993, 建帛社, 東京.