

青果物中の亜硝酸根・硝酸根実態調査

市場衛生検査所 大田出張所

○ 竹山、酒井、上村、村上、佐藤、増淵、平岡、内海

1 はじめに

硝酸が直接的に人や家畜に害を及ぼすことは少ない¹⁾。しかし、硝酸が消化器官で亜硝酸に還元され、ヘモグロビンをメトヘモグロビンに変化させると、呼吸障害が生じ、人畜に害を及ぼすことが知られている。

人が摂取する硝酸の50%から90%は野菜由来であり²⁾ FAO/WHOでは1995年に硝酸イオンとしてADI(一日許容摂取量)が3.7mg/kg/dayと定められ、EUにおいてもほうれん草、レタスについて規制値が定められている³⁾。

また、1995年時のデータではドイツ、オランダ、スイス、オーストリア、ロシアにおいて野菜中の硝酸塩の上限値が定められている(表1)⁴⁾。しかし、日本では農産物中の硝酸塩について基準値は設けられておらず、消費者の健康被害に対する懸念は根強い。

また、亜硝酸については食品や医薬品等に含まれる2級アミンと反応し、発ガンの可能性のあるNニトロソアミンを生成することが知られている⁵⁾。第2アミンは魚卵や魚肉等に豊富に存在することから、欧米に比べ魚類を口にする機会が多い日本ではより発ガンの可能性が高いといわれている。

そこで、当検査所において、昭和51年度より青果物中の亜硝酸根・硝酸根実態調査を行ってきた結果をまとめたので報告する。

また、本調査の中で有機栽培等と慣行栽培に着目し比較してきた(平成13年度から平成17年度実施)が有意な差は認められなかった。そこで今年度から天候や気温等の気象条件に左右されにくい栽培方法(水耕栽培、ハウス栽培)と露地栽培による違いに着目して比較検討も行ったので併せて報告する。

2 調査方法

(1) 青果物中の亜硝酸根・硝酸根実態調査

- ア 実施機関 市場衛生検査所世田谷出張所及び大田出張所
- イ 検査機関 昭和51年5月～平成18年2月
- ウ 検査対象 中央卸売市場に流通する青果物1852品目
- エ 検査方法 比色法(衛生試験法注解1990 日本薬学会編に準拠する)

(2) 露地栽培、ハウス栽培、水耕栽培青果物中の硝酸根実態調査

- ア 実施機関 市場衛生検査所大田出張所
- イ 検査機関 平成17年5月～平成18年2月
- ウ 検査対象 大田市場に流通する露地栽培、ハウス栽培、水耕栽培青果物28品目
- エ 検査方法 比色法(衛生試験法注解1990 日本薬学会編に準拠する)

3 調査結果

(1) 青果物中の亜硝酸根・硝酸根実態調査

硝酸根濃度については相対的に葉茎菜類の値が高い傾向が見られた。(表2) 植物の科分類別で見ると、根菜類ではアブラナ科が、葉茎菜類ではアカザ科、アブラナ科、キク科、セリ科の青果物の値が特に高かった。また、EU基準値(表3)と比較してみると、ほうれん草では64検体中31検体(48%)がEU基準値を超えていたが、レタスにはEU基準値を超えるものはなかった。なお、今年度実施分についてもほうれん草では8検体中3検体がEU基準値を超えている。このようにEU基準値を超えるものが多く、硝酸根濃度が高いほうれん草について時期変動を調査した(表4)ところ夏場が比較的高くなる傾向がみられた。また、品種による差を比較するため、ちぢみほうれん草を検査した(表5)ところ、同時期のほうれん草より低い値となった。

亜硝酸根については今年度8月に実施したサラダハウレンソウから4.2ppm、小ネギから6.0ppm2月に実施した小ネギから1.4ppm検出された。昭和51年からの検査では春菊、ニラ、パセリ、ピーマン、ほうれん草(根)から検出されている(表2)。

(2) 露地栽培、ハウス栽培、水耕栽培青果物中の硝酸根実態調査

5月に検査を実施した小ネギについては露地栽培で190ppm、ハウス栽培で780ppm、水耕栽培で2900ppm、水菜については露地栽培で1700ppm、ハウス栽培で4700ppm、水耕栽培で6000ppmとなり露地栽培、ハウス栽培、水耕栽培の順に高い値となった。

一方で2月に検査を実施したほうれん草と大根ではこの傾向はみられなかった。(表6)

4 考察

(1) 青果物中の亜硝酸根・硝酸根実態調査

硝酸根濃度について、根菜類ではアブラナ科が、葉茎菜類ではアカザ科、アブラナ科、キク科、セリ科の青果物に高い傾向が見られた。硝酸根の濃度に影響する大きな要因として種特異性があることが知られて⁶⁾おり、このことが硝酸根濃度の差に影響したものと考えられる。

夏場のほうれん草の硝酸根濃度が高くなっている一因として、硝酸根の吸収量が多いことがあげられる。植物は根から硝酸根を水とともにイオンとして吸収し、植物体内で消費される²⁾。夏の高温下では葉からの水の蒸散量が増加するため、根からの吸水量が多くなり、硝酸根の増加につながると考えられる。

また、植物体内の硝酸根濃度とビタミンC含量に反比例関係があるとの報告⁴⁾があるが、ほうれん草100gあたりのビタミンC含量は、夏採りが20mgであるのに対し、冬採りは60mgとなっている⁷⁾ことから、今回の調査結果(表4)とも一致する。

また、ほうれん草とちぢみほうれん草の硝酸根を比較したところ、(表5)ちぢみほうれん草がより低い値となった。今回の結果の一因として、品種による差も考えられるが、通常ちぢみほうれん草は収穫前10日程度寒風にさらす工程がある。寒風にさらすことにより、根からの吸水量が減少したため、硝酸根も減少したものと考えられる。

今年度サラダハウレンソウ1品目、小ネギ2品目から亜硝酸根を検出した。8月に検査したサラダハウレンソウ、小ネギは痛んでいたため、硝酸還元能をもった微生物により硝酸根が亜硝酸根に還元されたためと考えられる。1976年に行われた我が国の調査では唾液中の亜硝酸塩は平均16.5ppmであり、成人の唾液分泌量を一日1Lとすると、1日約16.5mgの亜硝酸塩が唾液から胃及び腸へ供給されることになる⁸⁾。亜硝酸根の摂取はできるだけ控えるべきだが今回の検出量では日常摂取するにあたっては特に問題ないと思われる。

(2) 露地栽培、ハウス栽培、水耕栽培青果物中の硝酸根実態調査

一部を除き露地栽培、ハウス栽培、水耕栽培の順に高い硝酸根濃度となった(表6)。

植物は成長に必要なタンパク質を合成するため、好んで硝酸根を吸収する。吸収された硝酸根は植物体内で還元されアンモニアとなり、光合成から生産された有機酸と代謝反応を起こし、植物体の成長に必要なアミノ酸や核酸等を合成する。⁸⁾

ハウス栽培、水耕栽培植物は温室内の栽培であるため露地栽培に比べ栽培期間が短い。このため根から吸収した硝酸根を還元しきれず、露地栽培よりも高い硝酸根濃度となったと考えられる。

また、水耕栽培植物でより高い硝酸根濃度となった理由として肥料中の窒素成分の違いが考えられる。化学肥料中の窒素の多くはアンモニア態窒素であり、有機肥料でも生物によってアンモニア態窒素として分解される。アンモニア態窒素は微生物的に酸化され硝酸根になってから植物に吸収される。¹⁹⁾これに対し、水耕栽培培養液中の窒素成分は硝酸態根であり、²⁰⁾水耕栽培植物ではより多く硝酸根を吸収したと考えられる。水耕栽培植物では収穫直前まで培養液から窒素分を与えられていることも硝酸根濃度が高くなる一因と推測できる。

また、同種の野菜でも品種によって硝酸根濃度は異なり天候等にも影響をうけることが知られており、このため2月に検査をしたほうれん草、大根で異なる結果になったと考えられる。これらについても引き続き検査しデータを収集することとしたい。

5 まとめ

葉茎菜類において、露地栽培、ハウス栽培、水耕栽培の順に青果物中の硝酸根濃度が高くなる傾向があった。

今後も露地栽培、ハウス栽培、水耕栽培といった栽培方法の違いに着目して検査を実施し、引き続きデータを集めるとともに、硝酸を減少させる方法等の安心情報の収集にも力をいれていきたい。

参考文献

- 1) 村田美穂子・岸田典子・石永正隆：食衛誌，43(2)，57-61 (2002)
- 2) 孫尚穆・米山忠克：日本土壌肥料学会講演資料 野菜の硝酸；(1998)
- 3) 農林水産省ホームページ 野菜中の硝酸塩に関する情報
- 4) 矢田ら：J. Food. Chem, 5(1)，69-73 (1998)
- 5) 日本薬学会編：衛生試験法注解，p78-79，金原出版 (1990)
- 6) 目黒孝司：農業技術，48(6)，246-251 (1993)

- 7) 五訂日本食品標準成分表
- 8) 田中章男：土と水と食品の中の硝酸をめぐる諸問題 食品中の硝酸レベルと健康問題(1998)
- 9) 農業技術体系
- 10) 建部雅子・石原俊幸・松野宏治・藤本順子・米山忠克：日本土壤肥料学雑誌, 66, 238-246 (1995)
- 11) 中川祥治・山本秀治・五十嵐勇紀・田村夕利子・吉田企世子：日本土壤肥料学雑誌, 71, 625-633 (2000)
- 12) 阿江教治・松本真悟・山縣真人：日本土壤肥料学雑誌, 72, 114-120 (2001)
- 13) 木村武：圃場と土壌, 34(10,11), 15-20 (2002)
- 14) 建部雅子：圃場と土壌, 34(10,11), 21-25 (2002)
- 15) 永井耕介・牧浩之・小河甲：近畿中国四国農業研究, 2, 3-6, (2003)
- 17) 目黒孝司・吉田企世子・山田次良・下野勝昭：日本土壤肥料学雑誌, 62, 435-438 (1991)
- 18) 山下市二：食衛誌, 43(1), J-12-15 (2002)
- 19) 久馬一剛：土と水と食品の中の硝酸をめぐる諸問題
- 20) 財団法人富民協会 毎日新聞社 THE水耕栽培 (1986)

(表1)各国での野菜の硝酸濃度の上限値

野菜	ドイツ	オランダ	スイス	オーストリア	ロシア
	参考値	制限値	参考値	制限値	制限値
レタス	3000	4500(W)	3500	4000(W)	2000(O)
		3000(S)		3000(S)	3000(G)
ホウレンソウ	2400	4500(W)	3500	3000(>7)	2000(O)
		3500(S)		2000(<7)	3000(G)
ダイコン	3000			4500(W)	
				3500(S)	
エンダイブ		1000(S)		2500(S)	
キャベツ			875	1500	900(S)
					500(W)
ニンジン				1000	400(S)
					250(W)

W:冬 S:夏 O:路地 G:ハウス >7:7月から収穫 <7:6月まで収穫

(表3)EUの硝酸塩基準値と当所での硝酸塩測定結果

品目	EU基準値	検体数	硝酸根濃度	平均値
ほうれんそう(11月～3月)	3000	25	890-4800	2734
ほうれんそう(4月～10月)	2500	39	80-4600	2719
レタス(4月～9月) 施設	3500	36	149-2000	828
レタス(4月～9月) 露地	2500			
レタス(10月～3月) 露地	4000	7	330-1100	846
レタス(10月～3月) 施設	4500			

1)EU基準値は農林水産省ホームページより

2)施設:温室内栽培、露地:屋外での栽培 3)当所測定値は昭和51年～平成17年

(表4)ほうれん草の栽培方法ごとの硝酸値濃度(昭和51年～平成18年)

検査実施月	4	5	6	8	10	11	2
硝酸根濃度(ppm)	2625(4)	2279(21)	4075(4)	3783(6)	2170(4)	2790(16)	2633(9)

(表5)ほうれん草とちぢみほうれん草の硝酸根濃度(昭和51年～平成18年)

	硝酸根濃度(ppm)
ほうれん草(2月検査)	2633(9)
ちぢみほうれん草	1366(3)

* (表4) (表5):硝酸根濃度は平均値 ()内は検体数

(表6)露地栽培、ハウス栽培、水耕栽培青果物中の硝酸根・亜硝酸根濃度の比較

検査実施月	品名	硝酸根濃度(ppm)		
		露地栽培	ハウス栽培	水耕栽培
5月	コネギ	190	780	2900
	ミズナ	1700	4700	6000
	コマツナ	3200	3500	
	ホウレンソウ	80	2900	
8月	コネギ	540		1900
	サラダナ	1700		3300
11月	ホウレンソウ	1300		2000
2月	ホウレンソウ	2100	2100	
	ダイコン	3100	2400	
	コネギ		1200	2300
	トマト		0	50
	ネギ	110	190	

(表2) 青果物中の硝酸根・亜硝酸根濃度(昭和51年～平成17年)

分類	科	品名	検体数	濃度(ppm)		硝酸濃度(ppm)		分類	科	品名	検体数	濃度(ppm)		硝酸濃度(ppm)	
				硝酸	亜硝酸	Max	Min					硝酸	亜硝酸	Max	Min
果菜類	アオイ	オクラ	13	139	0.0	315	30	葉茎菜類	アカザ	サラダホウレンソウ	4	3263	1.1	4500	650
		カホチャ	24	201	0.0	647	0			チチミホウレンソウ	3	1367	0.0	2300	400
	ウリ	スッキーニ	2	1150	0.0	1300	1000			ホウレンソウ	64	2725	0.0	4800	80
		キュウリ	40	172	0.0	660	29			ホウレンソウ(根)	2	1755	2.0	1960	1550
		ウリ	3	383	0.0	420	360			ホウレンソウ(葉)	2	1278	0.0	1810	746
	ナス	ピーマン	24	143	0.0	500	69			カブ(茎)	3	2939	0.0	3900	1266
		トマト	117	26	0.0	180	0		カブ(茎葉)	41	2583	0.0	3500	33	
		ナス	14	408	0.0	530	370		カブ(葉)	3	1835	0.0	3048	424	
	マメ	グリーンピース	2	52	0.0	61	43		カリフラワー	21	232	0.0	475	11	
		サヤエンドウ	17	11	0.0	52	0		キャベツ	37	757	0.0	2100	110	
		ソラマメ	4	19	0.0	41	0		キウナ	10	2581	0.0	3525	970	
	エダマメ	エダマメ	6	50	0.0	105	17		キウナ(茎)	7	4416	0.0	5537	2762	
									キウナ(葉)	7	1493	0.0	2327	881	
	果実的野菜	ウリ	メロン	53	148	0.0	550		5	コマツナ	52	2819	0.0	5900	340
スイカ			25	25	0.0	82	0	コマツナ(茎)	2	2167	0.0	4280	53		
果実類	バラ	イチゴ	22	60	0.0	133	0	コマツナ(葉)	2	781	0.0	1550	12		
		モモ	10	16	0.0	60	0	ターサイ	2	3600	0.0	4400	2800		
果実類	ブドウ	サクランボ	6	15	0.0	40	0	タカナ	14	1816	0.0	3100	670		
		ブドウ	20	4	0.0	53	0	チンゲンサイ	20	3310	0.0	6000	1900		
果実類・柑	ミカン	キウイフルーツ	6	18	0.0	28	6	ハクサイ	56	1433	0.0	3800	326		
		ミカン	106	4	0.0	74	0	ブロッコリー	9	660	0.0	2380	30		
果実類・仁果類	バラ	レモン	15	0	0.0	2	0	ブロッコリー(花)	1	380	0.0	380	380		
		カキノキ	41	5	0.0	38	0	ブロッコリー(茎)	1	1350	0.0	1350	1350		
果実類・仁果類	バラ	ナシ	24	4	0.0	46	0	ミスナ	17	3535	0.0	6000	1700		
		ヒワ	15	9	0.0	37	0	ミフナ	8	2544	0.0	3900	130		
キノコ	ヒラタケ	リンゴ	61	1	0.0	13	0	メキャベツ	10	19	0.0	26	7		
		キノコ	38	7	0.0	80	0	ダイコン(葉)	25	2699	0.0	7310	40		
穀類	イネ	トウモロコシ	9	6	0.0	19	0	イネ	タケノコ	2	58	0.0	67	48	
根菜類	アブラナ	カブ	22	1643	0.0	3540	276	ウコギ	ウド	1	55	0.0	55	55	
		カブ(根)	19	1087	0.0	2100	40	キク	サラダナ	33	2142	0.0	4000	609	
		ダイコン	28	1637	0.0	3450	477		ツマミナ	12	2698	0.0	4100	570	
		ダイコン(根)	34	1809	0.0	3820	520		レタス	43	831	0.0	2000	149	
		ラディシュ	5	2662	0.0	3000	2260		シュンギク	42	2797	0.1	6070	730	
		キク	ゴボウ	17	1646	0.0	2530		975	エンダイブ	2	1550	0.0	1600	1500
	サトイモ	サトイモ	8	181	0.0	680	61		フキ	18	973	0.0	1550	0	
	スイレン	セレバス	15	1481	0.0	2580	170	シナノキ	モロヘイヤ	2	2100	0.0	2600	1600	
		レンコン	23	5	0.0	44	0	セリ	セロリ	17	3341	0.0	5500	1800	
	セリ	ニンジン	38	374	0.0	1200	34	ミツバ	13	2126	0.0	4400	13		
		パセリ	25	3830	0.1	7569	100	マメ	豆苗	2	480	0.0	760	200	
	ナス	パレイショ	9	219	0.0	550	320	モヤシ	11	32	0.0	87	0		
	ヒルガオ	サツマイモ	25	25	0.0	110	0	ユリ	アスパラガス	38	20	0.0	76	0	
	ヤマノイモ	サカイモ	10	903	0.0	1410	500		タマネギ	21	19	0.0	61	0	
ワラビ	ワラビ	9	20	0.0	58	0	ニンニク		11	44	0.0	81	0		
マメ	インゲン	23	715	0.0	1200	270	ニラ		17	1223	0.5	2300	230		
香辛野菜及びつま物類	アブラナ	カイワレダイコン	10	1246	0.0	1780	800	ネギ	33	408	0.0	1116	79		
ショウガ	ショウガ	5	469	0.0	998	203	コネギ	36	1048	0.2	2900	80			
バラ	ウメ	4	19	0.0	28	14	総計			1842					

野菜の硝酸塩について

農林水産省では、平成 14 年（2002 年）度から野菜中の硝酸塩についての研究を行っており、平成 15 年（2003 年）度からほうれんそうなどについて硝酸塩を減らすための取組を行っている。同省の計画では、平成 16 年（2004 年）度末までに、低硝酸塩野菜マニュアルの作成や、硝酸塩目標値の提言を行うこととなっている（現在、日本では野菜中の硝酸塩についての最大含有量を設定し規制するには至っていない。）。

東京都では、昭和 51 年（1976 年）から野菜類の硝酸塩等含有調査を実施しており、平成 13 年（2001 年）度の結果は、ダイコンやカブなどの根菜類 10 検体、小松菜や白菜などの葉茎菜類 38 検体を検査したところ、硝酸塩（硝酸根として）最大 6,000ppm（チンゲンサイ）で、平均値の高いものは、小松菜、水菜、チンゲンサイ、みつばなどであった。また、亜硝酸塩（亜硝酸根として）は、シュンギク、ニラから検出したが、最大で 5.86ppm であった。

EU では、予防原則の観点に立ち、施肥管理等農法の改善により硝酸塩濃度の低減を図るため、1997 年に一部の野菜について硝酸塩の最大含有量を定め、国際流通を行っている。

< 硝酸塩 >

土壌を含む自然界に広く分布。植物は、窒素を硝酸塩やアンモニウム塩の形で根から吸収し、これと炭水化物からアミノ酸やタンパク質を合成する。吸収される硝酸塩などの量が多すぎたり、日光が十分に当たらなかつたりすると、吸収された硝酸塩などがアミノ酸、タンパク質に合成されないうで、植物体中に貯まると言われている。

硝酸塩は、ヒトの体内で還元され亜硝酸塩に変化すると、メトヘモグロビン血症や発がん性物質であるニトロソ化合物の生成に関与するおそれがあるといわれている。また、化学肥料の多用が野菜中の硝酸塩含有量に影響を与えるといわれている。

ほうれんそうなどの野菜に含まれる硝酸塩は、ゆでるなどの調理により、減少することがわかっている。調理法を工夫することにより、硝酸塩の摂取量を家庭で減らすことは可能である。

なお、硝酸塩は、食品衛生法に基づき、食品添加物としてチーズ、清酒、食肉製品、鯨肉ベーコンに使用が認められている。