

## 山梨県における硝酸，亜硝酸塩の摂取量

岩下まさ子 小林 裕 深澤喜延

硝酸塩，亜硝酸塩は食品添加物として使用されているが，動植物体などの自然界にも広く存在している。食品中の硝酸塩は細菌により一部還元されて亜硝酸塩となり人に摂取される。一方，体内に入った硝酸塩も，消化管内の微生物叢により経時的に亜硝酸塩となる。亜硝酸塩の大量摂取は，メトヘモグロビン血症を生じるのみならず，アミン類と反応しニトロソアミンを生成し，これが強い発ガン性を有するため，注目されている。

今回われわれは，厚生省が実施している食品添加物消費量等の総合的把握に関する調査研究（食品添加物摂取量調査）に加わり，硝酸塩，亜硝酸塩を担当し，生鮮食品からの摂取量を調査した。そこで57年に行なった加工食品の調査値と合わせ，生鮮食品，加工食品別の硝酸，亜硝酸の摂取量を算出するとともに，汚染物質摂取量調査に用いた試料についても分析し，摂取量を調査したので報告する。

### 調査の方法

#### 1. 調査試料

##### (1) 食品添加物摂取量調査試料（生鮮食品）

厚生省の国民栄養調査，総理府の家計調査および生産統計を基礎に厚生省生活衛生局食品化学課が算定した「生鮮食品平均喫食量」にもとづき，改良マーケットバスケット方式により115種の生鮮食品を購入した。この食品の可食部について所定の方法<sup>1)</sup>で前処理を行ない，特性毎に6食品群に分け，混合試料とした。

##### (2) 汚染物質摂取量調査試料

厚生省の実施している国民栄養調査成績の地域ブロック別摂取量<sup>2)</sup>の「関東Ⅱ」の調査値にもとづき，マーケットバスケット方式で89種の食品を購入し，必要あるものは簡単な調理を行ない，13食品群の混合試料とした。

調査試料の概要を表1に示した。

#### 2. 分析法

「食品中の食品添加物分析法」に記載されている方

表1 調査資料の概要

食品添加物摂取量調査資料（生鮮食品）				汚染物質摂取量調査試料			
番号	食品群	実際の喫食量(g)	食品数	番号	食品群	摂取量(g)	食品数
1	穀類・豆類	272.4	8	I	米類	225.4	2
				II	麦類, その他の穀類, 種子類, いも類	168.1	12
2	果実類・種子類	130.3	26	III	砂糖類, 菓子類	41.1	7
				IV	油脂類	19.0	5
3	野菜類・きのこ類 海藻類	247.6	43	V	豆類	71.0	5
				VI	果実類	173.0	6
4	魚介類	60.3	30	VII	緑黄色野菜	62.0	6
				VIII	その他の野菜類, きのこ類, 海藻類	231.4	15
5	肉類・卵類	104.4	7	IX	調味嗜好飲料	156.2	10
				X	魚介類	94.7	15
6	乳類	100	1	XI	肉類, 卵類	104.4	7
				XII	乳類	133.7	3
				XIII	加工食品	16.9	5
		915.0	115			1,496.9	98

法<sup>3)</sup>に準じて分析を行なった。すなわち、硝酸塩はカドミウムカラム還元ジアゾ化法、亜硝酸塩はジアゾ化法で分析した。

## 結果および考察

### 1. 分析法について

(1)の試料について食品群別に添加回収試験をくり返し3回行なった。硝酸塩は食品群中の存在量に匹敵する量を添加し、亜硝酸塩はほとんどの試料に含まれていないことを考慮して、検出下限に近い量を添加した。表2に硝酸塩、表3に亜硝酸塩の結果を示した。回収率は硝酸塩が平均87.3%、亜硝酸塩が平均89.9%であった。変動係数は硝酸塩が0.3~5.6%、亜硝酸塩が1.2~6.4%の範囲にあり良好であった。

### 2. 生鮮食品からの硝酸、亜硝酸塩の摂取量

(1)の試料を群別に分析し、喫食量から両物質の摂取量を算出した。全国10箇所の研究機関で調製した試料についても同様に分析し、算出した。硝酸塩の摂取量は表4に示した。

3群の野菜類・きのこ類・海藻類の硝酸塩は高く、1,279  $\mu\text{g/g}$ であった。3群からの硝酸塩摂取量は317 mg/dayであり、98.1%を占めた。1群, 2群, 4群および6群からも少量ながら検出されたが、これらの群の寄与率は低い。5群の肉類・卵類からは検出されなかった。生鮮食品からの総摂取は323 mg/dayで、その大部分は野菜類からであった。

亜硝酸塩はいずれからも検出されず、生鮮食品からの摂取は算出できなかった。

### 3. 加工食品からの硝酸、亜硝酸塩の摂取量

われわれが行なった昭和57年の調査値<sup>4)</sup>では、硝酸塩の摂取は、果実類・野菜類・海藻類からが20.3 mg/day (66.5%)と最も多かった。次いで調味嗜好飲料から3.5 mg/day (11.5%)であった。硝酸カリウム、硝酸ナトリウムは食肉製品、鯨肉ベーコンに発色を目的として使用される食品添加物であるが、対象食品の魚介類・肉類からの摂取量はわずか1.3 mg/dayである。これに対して野菜類等からの摂取は約16倍もあった。硝酸塩の摂取は野菜からが多く、食品添加物の摂取より7~28倍に達す

表 2 硝酸塩の添加回収試験結果

食品群	試料採取量 (g)	希釈前試料 換算値(g)	硝酸根の 添加量(mg)	回収率	
				平均値(%)	変動係数(%)
第1群(穀物等)	10.0	2.5	0.09	79.8	0.5
第2群(果実等)	5.0	2.5	0.045	88.3	3.4
第3群(野菜等)	5.0	2.5	0.72	86.5	3.5
第4群(魚介類)	5.0	2.5	0.045	98.1	5.6
第5群(肉卵類)	10.0	5.0	0.045	87.5	0.3
第6群(乳類)	20.0	20.0	0.009	83.3	0.4

n = 3

表 3 亜硝酸塩の添加回収試験結果

食品群	試料採取量 (g)	希釈前試料 換算値(g)	亜硝酸根の 添加量(mg)	回収率	
				平均値(%)	変動係数(%)
第1群(穀物等)	10.0	2.5	0.01	86.7	6.4
第2群(果実等)	5.0	2.5	0.01	92.3	2.7
第3群(野菜等)	5.0	2.5	0.01	93.3	1.2
第4群(魚介類)	5.0	2.5	0.01	95.3	4.0
第5群(肉卵類)	5.0	2.5	0.01	87.0	2.3
第6群(乳類)	5.0	5.0	0.01	84.7	4.8

n = 3

るといふ石綿らの報告<sup>5)</sup>と一致した。加工食品からの総摂取量は30.5 mg/dayで、全国平均摂取量と有意な差はなかった。

亜硝酸根は、生鮮食品と同様に加工食品からも検出されなかった。

#### 4. 汚染物質摂取試料からの硝酸、亜硝酸塩の摂取量

摂取量を表5に示した。硝酸根が最も高濃度に検出されたのはⅦ群であったが、摂取量ではⅧ群のその他の野菜・きのこ類・海藻類が142 mg/dayで最も多く64.0%を占めた。この調査でも硝酸塩の摂取はその大部分が野菜類からであることがわかった。以下Ⅰ群、Ⅱ群、Ⅵ群と続いたが、いずれも植物性食品であった。Ⅺ群の肉類・卵類からはわずか0.12 mg/dayであった。総摂取量は222 mg/dayであり、WHO/FAOの一日許容摂取量(ADI)と比較すると1.3倍と高いが、他県での報告値<sup>7-11)</sup>の200~400 mg/dayの範囲内であった。

亜硝酸塩の摂取はⅡ群の麦類・その他の穀類・いも類からが多く1.37 mg/day (68.8%)で、以下Ⅰ群の米類から0.27 mg/day(13.4%)、Ⅶ群の緑黄色野菜から0.11 mg/day (5.6%)と続いた。Ⅱ群からの摂取量が多かったため、主要食品であるパン、うどんを再度購入し調査したが、いずれも亜硝酸根は低く原因は究明できなかった。亜硝酸の総摂取量は1.99 mg/dayで、ADIの許容内であった。穀類による依存が高かった。

食品添加物摂取量調査試料からは亜硝酸が検出されなかったのに対し、汚染物質摂取量調査試料では13食品群中7食品群に亜硝酸が検出された。これは、食品の店頭での日数や保存状態に関係があると考えられたので、硝酸塩を多く含む野菜について、保存中の硝酸、亜硝酸塩の変化を調べた(図1)。収穫したハウレンソウを密閉容器に入れ室温で一週間保存した場合、硝酸塩含量は保存日数の経過に伴い2,100 ppmから150 ppmにと減少したが、対照的に亜硝酸塩は4日後から増加しはじめ7日後では、225 ppmの著量が認められた。久間木ら<sup>12)</sup>や原田ら<sup>13)</sup>の行なった野菜の経日変化では、2,3日後に亜硝酸塩の高いピークがありその後減少を示しているが、われわれの実験ではピークは認められなかった。畑<sup>14)</sup>は、茹でたハウレンソウを6℃に保存した場合硝酸塩は減少し亜硝酸塩は増加し10日後では260 ppmになったと報告している。今回のわれわれの結果はこれとほぼ一致した。この原因は硝酸還元能をもった微生物の関与によると考えられる。これらの結果から、硝酸、亜硝酸

表4 硝酸塩の摂取量

番号	食品群	硝酸塩 mg/day/man	
		山梨県	全国平均*
1	穀類・豆類	3.6	5.93
2	果実類・種子類	1.6	2.39
3	野菜類・きのこ類 海藻類	317	215.2
4	魚介類	0.2	0.37
5	肉類・卵類	0	0
6	乳類	0.1	0
計		323	224.1

\*全国10所の摂取量平均値

表5 汚染物質摂取量調査試料による摂取量

番号	食品群	硝酸塩		亜硝酸塩	
		mg/day	%	mg/day	%
I	米類	14	6.3	0.270	13.4
II	麦類, その他の穀類, 種子類, いも類	12	5.4	1.368	68.8
III	砂糖類, 菓子類	1.7	0.8	0.029	1.5
IV	油脂類	—	—	—	—
V	豆類	—	—	0.032	1.6
VI	果実類	5.4	2.4	—	—
VII	緑黄色野菜	46	20.7	0.112	5.6
VIII	その他の野菜類, きのこ類, 海藻類	142	64.0	—	—
IX	調味嗜好飲料	0.23	0.1	—	—
X	魚介類	—	—	0.038	1.9
XI	肉類, 卵類	0.12	0.05	0.139	7.0
XII	乳類	—	—	—	—
XIII	加工食品	0.92	0.4	—	—
1日摂取量 (mg/day)		222		1.988	
ADI (mg/50kg 体重)		182		6.6	

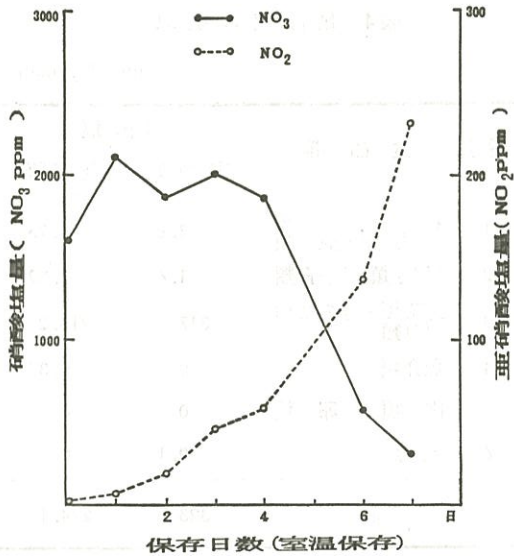


図1 ホウレンソウの保存時の硝酸亜硝酸含量の変化

塩の摂取量は食品の種類だけでなく、調理の有無、保存条件にも大きく影響されることが考えられた。

### ま と め

山梨県における硝酸、亜硝酸塩の摂取量を、食品添加物摂取量調査試料（生鮮食品、加工食品）および汚染物質摂取量調査試料について分析し、算出した。

その結果、硝酸塩の総摂取量は、食品添加物摂取量調査試料からは3.4 mg/day、汚染物質摂取量調査試料からは222 mg/dayであった。生鮮食品からの硝酸塩の摂取は、加工食品のその約11倍もあった。硝酸塩は添加物として摂取するよりはるかに多く自然食品、特に野菜

類から摂取していた。亜硝酸塩は食品添加物摂取量調査試料からは検出されなかったが、汚染物質摂取量調査試料からの摂取量は1.99 mg/dayであった。保存試験から、亜硝酸塩は硝酸塩が還元されて生成し、経時的に増加が行われていることが予想された。

本研究は、昭和60年度厚生科学研究「食品添加物の一日摂取量調査に関する研究」の一環として実施した。

### 文 献

- 1) 厚生省生活衛生局食品化学課：残留農薬分析法（厚生省食品化学レポートシリーズ No. 40）1～3（1982）
- 2) 厚生省生活衛生局栄養課：昭和60年度版国民栄養の現状 58～59 第一出版（1985）
- 3) 厚生省環境衛生局食品化学課：食品中の食品添加物分析法 14～18, 49～57 講談社（1982）
- 4) 厚生省環境衛生局食品化学課：厚生省化学レポートシリーズ No. 31 20～24（1983）
- 5) Ishiwata, H. et al：食衛誌 16, 11～18, 19～24, 89～92 93～98, 234～239（1975）
- 6) 栗飯原景昭, 内山充：食品の安全性評価 303 学会出版センター（1983）
- 7) 毛利隆美：日本公衛誌 32, 710（1985）
- 8) 丸山節子ら：食衛誌 20, 276～280（1979）
- 9) 佐藤信俊ら：宮城衛研年報 47, 65～73（1978）
- 10) 高階光栄ら：秋田衛研年報 23, 125～126（1979）
- 11) 兼子武夫ら：山形衛研所報 11, 52～56（1979）
- 12) 久間木国男ら：山形衛研所報 10, 39～51（1978）
- 13) 原田基夫ら：食衛誌 13, 36～40（1972）
- 14) 畑明美：日食工誌 26, 403～414（1979）