

# ベビーフード中の硝酸性窒素濃度の調査及び経口暴露の推定

○中元昌広、中村亮太、友金寛和、漆山哲生、山田友紀子  
農林水産省消費・安全局

【目的】硝酸性窒素は野菜等に高濃度に含まれていることが知られており、消化管内で硝酸還元細菌によって亜硝酸性窒素に還元される。吸収された亜硝酸性窒素は、血中のヘモグロビンをメトヘモグロビンに酸化し、メトヘモグロビン血症を引き起こす。乳幼児はメトヘモグロビン血症のリスクが高い集団と言われているが、乳幼児用食品中の硝酸性窒素や亜硝酸性窒素の含有実態を広く調査した例が日本にはあまり見られない。そこで、野菜、果実を原料とする乳幼児用食品の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の含有実態を調査し、乳幼児におけるこれら食品に由来する経口暴露量を推定した。

【方法】野菜または果実を原料に含む、ベビーフード(素材タイプ及びおかずタイプ)、乳幼児向けの菓子類及び飲料、離乳食素材として使用される可能性がある野菜冷凍食品(計130点)を小売店舗及び通信販売で購入した。乳幼児向け飲料はそのまま、それ以外はフードプロセッサを用いて粉碎・混合して均質化したものを、アセトニトリルで抽出、メンブレンフィルターでろ過し、HPLC-UV検出器を用いて硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素を定量した(定量下限値はいずれも20 mg/kg)。また、乳幼児における経口暴露量の推定には、各製品の容器包装等に記載された1食分の摂取量と、平成22年乳幼児身体発育調査(厚生労働省)の体重データを用いた。

【結果】調製した食品の硝酸性窒素濃度を下表に示す。亜硝酸性窒素は全ての製品で20 mg/kg未満であった。

食品分類	点数	濃度(mg/kg)		
		平均	最小	最大
素材タイプ	26	40	<2	184
おかずタイプ	26	47	<20	103
菓子類	33	52	<20	309
飲料	15	25	<2	80
野菜冷凍食品	30	356	<20	1230

さらに、各製品1食あたりの乳幼児による硝酸性窒素の経口暴露量を推定した(下表)。

食品分類	点数	経口暴露量 (mg/kg bw/食)		
		平均	最小	最大
素材タイプ	26	0.08	<0.004	0.29
おかずタイプ	26	0.58	<0.009	1.80
菓子類	33	0.27	<0.003	1.17
飲料	15	0.07	<0.001	0.53
野菜冷凍食品	30	0.78	<0.013	2.64

【考察】食品安全委員会は、硝酸性窒素濃度が10 mg/L以下の水で調製した人工乳を摂取した乳児で、メトヘモグロビン血症発症の報告がないことを根拠に、一日耐容摂取量(TDI)を1.5 mg/kg bwに設定した<sup>1)</sup>。今回の調査では、1食分でTDIを超える摂取量になる製品があったが、離乳期の乳幼児の硝酸性窒素に対する感受性は最も感受性の高い3ヶ月齢以下の乳児より低いと考えられること、野菜の摂取による健康へのメリット等を考慮すると、調査で得た濃度範囲であれば、健康に悪影響がある可能性は低いと考えられる。

1) 食品安全委員会, 清涼飲料水評価書(2012)

# ベビーフード中の硝酸性窒素濃度の調査及び経口暴露の推定

○中元昌広、中村亮太、友金寛和、漆山哲生、山田友紀子  
農林水産省消費・安全局

(本調査は、平成24年度農林水産省有害化学物質リスク管理基礎調査事業を活用し、実施しました。)

**背景**  
○硝酸性窒素は、野菜に高濃度で存在。経口摂取した硝酸性窒素は、消化管内で硝酸還元細菌によって亜硝酸性窒素に還元、吸収され、血中のヘモグロビンを酸化し、メトヘモグロビン血症を誘発。  
○乳幼児はメトヘモグロビン血症のリスクが高い集団と言われているが、乳幼児用食品中の硝酸性窒素や亜硝酸性窒素の含有実態を広く調査した例が、日本にはあまりない。  
○食品安全委員会(2012)は、硝酸性窒素濃度が10 mg/L以下の水で調製した人工乳を摂取した乳児で、メトヘモグロビン血症発症の報告がないことに基づき、一日耐容摂取量(TDI)を1.5 mg/kg bwに設定。

**調査の概要**  
○果実を原料とする乳幼児用食品の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の含有実態を調査。(食品添加物は除く。)  
○乳幼児におけるこれら食品に由来する経口暴露量を推定。

**方法**

**対象試料**

調査対象	点数	特徴
ベビーフード(素材)	26	「素材」タイプのベビーフードのうち、野菜が主要原材料であるもの(原材料表示の上位に野菜が記載されているもの)
ベビーフード(おかず)	26	「おかず」タイプのベビーフードのうち、野菜を含むもの(原材料表示に野菜が記載されているもの)
乳幼児向け菓子類	15	乳幼児を対象とする菓子類のうち、野菜(ほうれん草、にんじん、かぼちゃ等)を含むもの
乳幼児向け飲料	33	乳幼児を対象とする飲料(乳児用調製粉乳を除く。)のうち、果汁又は野菜汁飲料
野菜冷凍食品	30	「野菜冷凍食品品質表示基準」(平成14年農林水産省告示第130号)で定める野菜冷凍食品(ほうれん草、にんじん、かぼちゃ、いんげん、ねぎ等)

**試料購入方法**  
○2012年11月～2013年1月に、大阪府の小売店舗又はインターネット通信販売で購入

**分析用試料の調製**  
○オスターブレンダーやフードプロセッサを用いて粉碎・混合して均質化。  
○乳幼児向け飲料(液体)は、そのまま分析。

**試料溶液の調製**  
○分析用試料10 gを200 mLの三角フラスコにとり、50～60℃の温水50 mLを加え、スターラーを用いて10分間攪拌。次いで、アセトニトリル50 mLを加えて軽く振り混ぜ、10分間静置した後、水を加えて200 mLに定容。この溶液をメンブレンフィルター(0.45 μm。溶液が透明でない場合は、0.22 μm)を用いてろ過。試料溶液としてろ液を使用。

**硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の定量**  
○試料溶液を、下表の条件でHPLCにより分離。UV検出器により波長205 nmで硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の吸光度を測定し、濃度を定量。

	測定条件
カラム	IC SI-50 4E, 4.0 mm × 250 mm, 5 μm
温度	40℃
移動相	12.5%アセトニトリル含有ホウ酸緩衝液(pH 6.5)
流速	0.7 mL/min
注入量	40 μL

○乾燥食品などでは、容器包装等に記載された方法で調製した時の濃度に換算。

**検出下限値(LOD)、定量下限値(LOQ)**

	硝酸性窒素(NO <sub>3</sub> として)	亜硝酸性窒素(NO <sub>2</sub> として)
LOD	6 mg/kg	6 mg/kg
LOQ	20 mg/kg	20 mg/kg

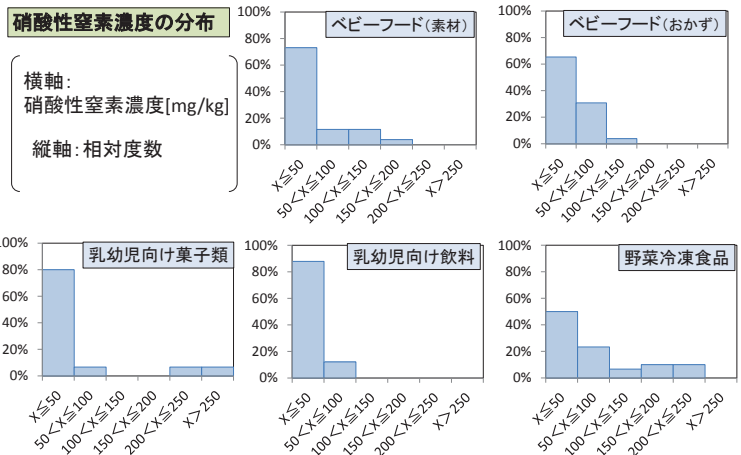
**乳幼児経口暴露の推定方法**  
○各製品の硝酸性窒素含有濃度、容器包装等に記載された1食分の重量、平成22年乳幼児身体発育調査(厚生労働省)の体重データを用い、各製品について1食あたりの経口暴露量を推定。体重データは、各製品の推奨年齢の平均体重を使用。

**結果**

**食品中の硝酸性窒素濃度及び亜硝酸性窒素濃度(喫食時)**

【調製した食品の硝酸性窒素濃度】

調査対象	点数	LOQ未満 点数	濃度(mg/kg)			
			平均	中央	最小	最大
ベビーフード(素材)	26	6	40	23	<2	184
ベビーフード(おかず)	26	5	47	42	<20	103
乳幼児向け菓子類	15	9	52	<20	<20	309
乳幼児向け飲料	33	23	13-25	<20	<2	80
野菜冷凍食品	30	5	356	249	<20	1209



○亜硝酸性窒素は全ての製品で定量下限値未満(<20 mg/kg)。  
○原材料に葉菜類(ホウレンソウ、コマツナ、ハクサイ、キャベツ、レタス)を含むものは、含まないものに比べて硝酸性窒素濃度が高い傾向。

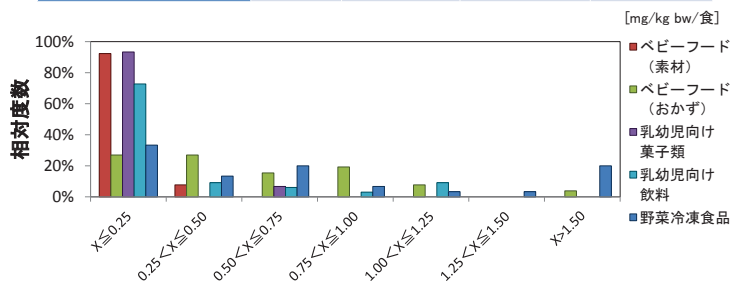
調査対象	葉菜類	点数	濃度幅 [mg/kg]	中央値 [mg/kg]	有意差(注)
ベビーフード(素材)	含む	13	<2 - 184	32	—
	含まない	13	<2 - 115	<10	
ベビーフード(おかず)	含む	10	27 - 103	75	**
	含まない	16	<20 - 75	34	
乳幼児向け菓子類	含む	6	<20 - 309	55	*
	含まない	9	<20	<20	
乳幼児向け飲料	含む	11	<20 - 80	32	**
	含まない	22	<2 - 69	<20	
野菜冷凍食品	含む	4	812 - 1209	1170	**
	含まない	26	<20 - 796	223	

検定方法はMann-Whitney U検定。\*P<0.05, \*\*P<0.01

**乳幼児における硝酸性窒素の推定経口暴露量**

【各製品1食あたりの硝酸性窒素の推定経口暴露量】

調査対象	点数	平均	最小	最大
ベビーフード(素材)	26	0.08	<0.004	0.29
ベビーフード(おかず)	26	0.58	<0.095	1.80
乳幼児向け菓子類	15	0.07	<0.005	0.53
乳幼児向け飲料	33	0.27	<0.003	1.17
野菜冷凍食品	30	0.78	<0.013	2.64



**製品一食あたりの硝酸性窒素摂取量(体重あたり)[mg/kg bw/食]**  
○ベビーフード(おかず)及び野菜冷凍食品の1食あたりの推定経口暴露量はその他の食品群を摂取した場合よりも暴露量が大きくなる傾向にあり、最大値は野菜冷凍食品の2.6 mg/kg bwであった。

**考察**  
○今回の調査では、野菜冷凍食品に1食分で食品安全委員会が設定したTDIを超える暴露量になる製品があった。しかし、離乳期の乳幼児の硝酸性窒素に対する感受性は最も感受性の高い3ヶ月齢以下の乳児より低いこと、野菜の摂取による健康へのベネフィット等を考慮すると、今回の調査で得た濃度範囲であれば、市販の乳幼児用食品1食分で、健康に悪影響が見られる可能性は低いと考えられる。  
○特定の製品を大量に喫食した場合や、食事の際の製品の組合せによっては、一日あたりの硝酸性窒素の摂取量が大きくなる可能性がある。  
○乳幼児用食品の安全性を向上させるためには、乳幼児用食品中の栄養素などを維持しつつ、できるだけ硝酸性窒素濃度を低減することが望ましく、そのためには原材料である野菜類の生産段階において硝酸性窒素を低減する取組が重要と考えられる。