

特 集

いきいき脳・ブレインパフォーマンス

現在、超高齢社会を迎え、自立した生活をおびやかす2大ポイントとして「認知症」と「ロコモティブシンドローム」があげられている。特に認知機能に関しては正常な脳に引き返せる可能性があるMCI(軽度認知障害)に関する調査が進み、その対策としてアルツハイマーの原因となるアミロイド β の蓄積への対応や脳機能を元気にするBDNF(脳神経成長因子)、 $A\beta$ を蓄積させない素材に注目が集まってきた。今回の特集ではこれらの研究動向や、脳と視覚、スポーツとの関連など、脳と他の臓器との連携や脳を刺激することによる健康度アップ、さらに進化する脳測定技術などにも焦点に最新知見を紹介したい。

- 食により健康な脳を育む 喜田 聡
発酵による食品機能性向上と酒粕の潜在力 藤井 力
核酸による脳の健康と食品中の核酸含量 松永政司、佐藤浩志
タキシフォリンの脳機能改善作用 駒井三千夫
コラーゲンペプチド摂取による脳構造および認知機能改善効果 小泉聖子
こんにやくセラミドによる脳機能改善 向井克之
カシスポリフェノール(AC10)による脳血流および
認知機能(注意・集中力)への影響 倉重(岩崎)恵子
チョコロギの脳機能改善効果と地域活性化 岩佐一毅、森 隆治
ブレインパフォーマンスに寄与する関連素材・研究・機器 編集部

核酸による脳の健康と食品中の核酸含量

まつなが まさし¹⁾、 さとう ひろし²⁾
松永 政司¹⁾、 佐藤 浩志²⁾

はじめに

核酸はタンパク、糖などとともに重要な生体高分子である。しかしながら、長い間核酸やその構成成分である(デオキシ)ヌクレオチドや(デオキシ)ヌクレオシドの栄養的価値は、体内で生合成されるから摂る必要がない、消化管から吸収されないから摂る必要はないとされてきた。

われわれはこの考え方に疑問を持ち、40年前(1981年)からサケ白子核酸(DNA)や核タンパクおよびビール酵母核酸(RNA)を用いて、核酸の栄養因子としての役割について研究を始めた。その後、多くの研究機関が核酸の研究を始め、核酸にはさまざまな生理機能(細胞賦活作用、免疫賦活作用、抗アレルギー作用、腸内フローラの改善作用、脂質代謝の改善作用、鉄の吸収促進作用、記憶力の改善作用など)があることが明らかになった¹⁾。

本稿では核酸による脳の健康について概説すると共に、核酸の消化吸収および一般食品中の核酸含量について、最新の研究成果を紹介する。

1. 核酸の消化吸収・細胞膜輸送

小腸、肝臓、腎臓、脳(脳関門や脳脊髄関門)にはヌクレオシドトランスポーターがあり、ヌクレオシドは膜を透過する²⁾。食べた核酸は消化酵素であるヌクレアーゼで加水分解されてヌクレオチドになる。ヌクレオチドはさらにヌクレオチダーゼによってヌクレオシドとなり、小腸のヌクレオシドトランスポーターから吸収される。われわれはデオキシヌクレオシドも小腸のトランスポーターによって吸収されることを報告している³⁾。

このように核酸はヌクレオシドにまで分解された後、小腸から吸収され、脳関門を通過して脳に到達する。

2. 核酸による脳の健康

増殖細胞系や脳神経細胞ではピロホスホリビシル-5-リン酸トランスフェラーゼが少なく、de novo合成能が低い⁴⁾、salvage合成に依存する割合が高いことが

判明し、外因性核酸の生理機能に関する研究は飛躍的に進展した。われわれもサケ白子からDNA、ビール酵母からRNAを抽出し、増殖細胞である骨髄機能の改善にDNAが必要であること、RNAはてんかんの発作やパーキンソン病への軽減作用があり、脳脊髄系神経栄養剤としてRNAが重要であることを報告している⁵⁾。さらにサケ白子核タンパクにはパーキンソン病と認知症に対して軽減作用があることを報告している^{6, 7)}。

われわれはマウスにサケ白子核タンパクを食餌させた研究で、サケ白子核タンパクはミトコンドリア機能を活性化し、ATP産生を増大させることおよび肝機能を改善することを報告している⁸⁾。ATPは体内に必要なエネルギーの供給物質で血管の拡張作用があり、脳血管などの血流増加や内耳微小血管の拡張、胃の運動改善などのさまざまな作用を示す。ATPは日本ではATP製剤(散剤、錠剤と注射剤がある)として利用されており、むくみ、眼精疲労、胃炎などの改善やめまい、めまいに伴う耳鳴りなどを改善する薬として用いられている。また、アデノシン(商品名:ポニトン)を神経疾患患者に1~6カ月間、毎食後内服させたところ、メニエル氏病や神経麻痺などに効果があった⁹⁾との症例研究がある。これはATP製剤と似た効果であることは言うまでもない。

ヌクレオチドには必須脂肪酸の代謝をつかさどる酵素活性を高め、脳におけるDHAやアラキドン酸の比率を高め、脳神経細胞の機能に重要な働きを持つリン脂質の量を増やす働きがあると共に、記憶学習力を向上させる働きがある¹⁰⁾。われわれはサケ白子核タンパクには虚血時の海馬の細胞死を抑制する働きがあることを証明した¹¹⁾。これらは核酸、核タンパクが脳内における必須脂肪酸の増加と海馬の細胞死を抑制することで記憶学習力の働きを高めることを示唆している。

アデノシンがノンレム睡眠の中でもより深い睡眠状態である徐波睡眠を増加させ、自然に近い眠りを誘う睡眠誘導物質であることが報告されており¹²⁾、不眠症治療薬として期待される。ちなみにカフェインが睡眠を妨げるのはカフェインの化学構造がアデニンに似ているため、

1) NPO法人遺伝子栄養学研究所理事長 工学・医学博士、2) 日生バイオ(株)北海道研究所 副研究所長

表1 食品中のDNA成分(mg/100g wet)

		DNA成分							
		デオキシヌクレオチド				デオキシヌクレオシド			
		dAMP	dGMP	dCMP	TMP	Deoxy adenosine	Deoxy guanosine	Deoxy cytidine	Thymidine
野菜類	キャベツ	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	1.55	1.44
	ホウレンソウ	3.14	0.00	4.21	2.10	1.38	1.21	2.25	2.55
	ナス	2.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	5.38	2.35
	タマネギ	2.17	0.85	0.00	1.63	1.12	0.80	1.81	1.09
	レタス	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.79	0.69
	ネギ	2.18	0.84	0.00	2.76	2.13	1.62	1.41	1.72
	ハクサイ	0.51	0.00	0.00	0.00	0.68	0.29	1.00	0.91
	モヤシ	0.00	0.00	0.00	0.24	0.22	0.27	0.00	0.73
	キュウリ	0.85	1.02	0.00	0.00	0.00	0.69	3.61	1.68
	ダイコン	2.08	0.43	0.00	0.00	0.29	0.59	1.01	0.86
	トマト	0.00	1.05	0.00	1.52	0.36	0.00	1.14	0.41
	カボチャ	4.83	0.00	0.00	0.00	4.57	2.10	6.57	6.16
ニンジン	1.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.88	1.47	
イモ類	サツマイモ	0.00	1.51	0.00	0.00	0.00	1.45	5.42	4.24
	ジャガイモ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.00	3.45
果物	キウイ	2.12	0.00	0.00	2.32	0.00	0.00	3.46	2.29
	リンゴ	0.69	0.00	0.00	1.18	0.00	0.00	2.44	1.54
	バナナ	2.70	1.22	4.58	4.30	0.00	0.00	3.99	0.00
肉類	牛ロース	0.00	0.00	0.00	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00
	トリササミ	1.24	1.41	0.00	2.76	0.00	0.57	3.94	0.00
	トリモモ	2.07	2.83	0.00	7.41	0.00	2.75	5.57	3.32
	トリムネ	0.00	1.58	0.00	5.34	0.00	0.63	4.47	2.30
	豚モモ	0.00	0.00	0.00	3.37	0.00	0.00	0.00	0.00
	豚ロース	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	豚バラ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	羊(生ラム)	2.04	1.81	2.47	5.61	0.00	0.00	0.00	0.00
	ウインナー	2.38	5.88	0.00	10.99	1.73	0.00	0.00	0.00
	ハム	1.60	3.96	3.10	7.03	0.00	0.00	0.00	0.00
ベーコン	2.14	5.34	8.84	9.97	0.00	0.00	0.00	0.00	
魚介類	サケ	0.00	4.70	0.00	8.26	0.00	0.00	0.00	0.00
	サケ白子	1,679.85	1,750.99	1,561.06	2,411.91	203.29	521.93	101.65	101.60
	マグロ	1.71	4.67	3.10	8.21	0.00	0.00	0.00	0.00
	ホッケ	8.19	8.78	10.53	13.53	0.00	0.00	0.00	0.00
	シラス	4.40	5.32	4.13	8.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	カツオ	5.99	6.83	7.76	11.84	0.00	0.00	0.00	0.00
	かれい	2.94	2.97	2.99	4.54	0.00	0.00	0.00	0.00
	いわし	0.00	0.00	5.19	8.52	0.00	0.00	0.00	0.00
	さば	0.00	0.00	4.64	8.13	0.00	0.00	0.00	0.00
	バナエイエビ	0.89	0.00	0.41	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00
	かつお節	20.76	18.79	18.90	33.71	0.00	0.00	0.00	0.00
	ほたて	28.55	22.02	21.27	39.12	0.00	9.59	82.17	2.37
	しじみ	1.79	0.00	2.47	4.05	0.00	0.00	0.00	0.00
	あさり	11.91	7.44	7.43	13.55	0.00	0.00	48.40	0.00
	つぶ	14.06	14.45	13.80	17.10	8.94	0.00	105.49	0.00
ほっき	155.62	114.27	111.84	188.36	0.00	53.81	35.02	19.34	
真だら	2.10	0.00	2.73	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	
藻類	ノリ	4.99	12.11	11.08	27.30	0.00	0.00	0.00	0.00
キノコ類	マイタケ	0.00	0.00	0.41	11.46	0.00	0.00	0.00	0.00
	ブナシメジ	0.00	0.00	0.00	2.04	0.00	0.00	3.07	0.00
	シイタケ	0.00	0.00	0.00	4.67	0.00	0.00	0.00	0.00
	エリンギ	0.00	0.00	0.00	48.08	0.00	0.00	13.90	0.00
	ホワイトマッシュルーム	0.00	0.00	0.00	1.23	0.00	1.50	0.00	1.08
エノキ	0.00	0.00	0.00	18.33	0.00	0.00	19.89	0.00	
穀類	米(ゆめぴりか)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	薄力粉	0.00	0.00	0.00	12.06	0.00	0.00	0.00	0.00
卵類	鶏卵	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
豆類	豆腐	0.00	0.00	0.00	3.51	0.00	0.00	0.00	0.00
	納豆	3.82	0.00	0.00	12.60	0.00	0.00	0.00	0.00
乳類	牛乳	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
調味料	味噌	0.00	0.00	0.00	22.58	0.00	0.00	0.00	0.00

表2 食品中のRNA成分(mg/100g wet)

		RNA成分							
		ヌクレオチド				ヌクレオシド			
		AMP	GMP	CMP	UMP	Adenosine	Guanosine	Cytidine	Uridine
野菜類	キャベツ	2.98	0.00	0.00	0.00	1.81	4.37	5.01	8.97
	ホウレンソウ	1.52	0.00	0.00	0.00	23.03	15.45	11.12	11.77
	ナス	1.40	0.00	0.00	0.00	5.58	31.79	15.61	23.80
	タマネギ	2.43	0.68	0.00	3.19	2.65	5.96	3.75	4.02
	レタス	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19	8.91	4.46	5.75
	ネギ	4.82	0.00	0.00	0.00	8.92	9.17	5.60	8.45
	ハクサイ	1.94	0.00	0.56	0.00	5.72	8.62	7.03	9.67
	モヤシ	1.21	0.00	0.00	0.00	5.12	5.55	1.17	6.59
	キュウリ	2.73	0.00	0.00	1.30	3.59	23.59	7.31	17.77
	ダイコン	3.38	0.00	0.43	0.00	1.00	1.58	2.87	5.07
	トマト	3.51	0.43	0.00	2.80	9.50	9.03	2.22	7.63
	カボチャ	0.00	0.00	0.00	3.47	45.30	57.70	24.20	35.70
ニンジン	1.00	0.00	0.71	0.54	1.51	11.47	5.48	5.85	
イモ類	サツマイモ	6.50	0.00	0.00	0.00	3.32	21.29	9.04	7.22
	ジャガイモ	1.59	0.00	0.00	0.00	5.36	23.43	3.85	15.13
果物	キウイ	1.91	0.00	0.00	0.00	2.98	12.31	5.96	5.26
	リンゴ	3.55	1.26	0.00	1.02	0.00	7.21	1.89	1.74
	バナナ	0.00	3.74	4.25	3.45	11.06	13.32	5.99	5.08
肉類	牛ロース	11.44	10.29	15.72	9.29	0.00	0.00	0.00	0.00
	トリササミ	6.56	17.54	8.20	9.21	33.61	26.72	12.92	9.86
	トリモモ	8.10	12.82	16.70	6.58	36.12	32.14	16.30	11.34
	トリムネ	7.01	15.74	17.68	8.65	40.40	34.13	19.15	16.48
	豚モモ	4.46	7.67	16.54	8.23	0.00	22.05	0.00	2.02
	豚ロース	2.50	3.37	8.84	2.47	0.00	20.21	0.00	2.73
	豚バラ	0.00	3.43	8.09	0.00	0.00	25.04	0.00	0.00
	羊(生ラム)	14.21	15.90	13.07	12.73	0.00	18.60	0.00	1.89
	ウインナー	19.14	31.63	22.41	14.00	2.52	21.82	5.57	3.59
	ハム	19.27	23.50	16.01	12.53	5.21	15.31	4.63	1.74
ベーコン	17.30	28.44	21.81	11.74	2.05	18.85	5.31	3.30	
魚介類	サケ	19.26	23.44	23.07	12.81	21.90	25.91	7.83	6.52
	サケ白子	59.33	81.04	94.62	52.04	32.67	136.58	17.22	0.00
	マグロ	14.33	13.08	9.60	5.71	13.77	19.07	4.40	2.40
	ホッケ	14.02	9.43	10.84	4.49	13.82	39.16	0.00	21.80
	シラス	111.02	164.78	136.73	83.24	45.36	98.53	69.31	43.22
	カツオ	33.78	13.75	15.45	5.64	19.62	36.47	7.88	7.81
	かれい	5.05	2.40	0.00	2.88	0.00	16.29	0.00	0.00
	いわし	14.96	22.04	14.82	7.58	0.00	14.43	0.00	0.00
	さば	16.91	18.26	13.05	4.95	0.00	13.32	0.00	0.00
	バナエイエビ	3.01	4.14	3.70	1.89	0.00	4.01	0.00	0.00
	かつお節	97.25	78.75	52.98	35.13	34.42	59.65	0.00	13.16
	ほたて	20.08	13.70	9.58	5.75	0.00	18.48	11.74	15.19
	しじみ	82.68	60.68	48.45	33.83	20.95	29.54	0.00	13.30
	あさり	59.40	31.27	24.67	18.73	10.56	15.08	0.00	6.25
	つば	66.74	3.56	0.00	0.00	0.00	20.22	11.95	3.71
ほっき	55.95	24.58	45.79	30.82	0.00	79.29	2.88	0.00	
真だら	14.14	10.98	4.28	2.28	0.00	22.06	0.00	13.60	
藻類	ノリ	147.36	324.69	254.81	244.26	116.93	172.12	99.06	111.91
キノコ類	マイタケ	7.20	5.54	12.56	15.03	22.13	18.87	0.84	20.50
	ブナシメジ	0.00	0.00	0.00	9.13	34.95	26.03	0.00	23.87
	シイタケ	3.04	0.00	2.46	4.40	15.01	22.22	0.00	13.93
	エリンギ	10.21	0.00	9.31	9.00	22.98	7.25	5.29	17.97
	ホワイトマッシュルーム	0.00	0.00	0.46	6.51	31.36	26.43	0.00	24.95
	エノキ	12.71	3.91	4.00	12.15	33.43	16.08	0.00	15.63
穀類	米(ゆめびりか)	0.00	0.00	5.05	0.00	40.16	64.76	0.00	9.05
	薄力粉	0.00	0.00	9.81	0.00	18.56	31.74	0.00	0.00
卵類	鶏卵	4.88	10.07	6.27	4.36	0.00	3.83	0.00	0.00
豆類	豆腐	17.35	23.87	18.20	13.68	9.29	14.41	0.00	5.20
	納豆	50.93	69.99	52.04	40.60	24.40	35.60	0.00	15.82
乳類	牛乳	3.42	14.73	3.04	1.41	0.00	1.93	0.00	0.00
調味料	味噌	0.00	0.00	0.00	0.00	9.33	11.58	0.00	49.19

表3 食品中の塩基とその他核酸成分(mg/100g wet)

		塩基					その他核酸成分			
		Adenine	Guanine	Cytosine	Uracil	Thymine	IMP	Inosine	Hypoxanthine	Xanthine
野菜類	キャベツ	4.60	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
	ホウレンソウ	6.77	5.50	0.53	5.80	0.53	9.59	1.84	0.34	0.81
	ナス	9.33	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.87	0.21	0.00
	タマネギ	2.06	0.00	0.00	0.00	0.24	0.66	0.00	0.00	0.00
	レタス	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.27	0.00	0.05
	ネギ	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ハクサイ	1.73	0.56	0.00	0.00	0.00	0.29	0.46	0.09	0.20
	モヤシ	2.26	0.45	0.39	1.49	0.07	0.44	2.91	0.24	1.47
	キュウリ	7.95	0.33	0.00	0.00	0.00	0.66	0.00	0.23	0.00
	ダイコン	1.88	0.15	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00
	トマト	2.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00
	カボチャ	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ニンジン	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	
イモ類	サツマイモ	7.38	0.83	0.00	0.00	0.00	2.24	0.00	0.00	0.00
	ジャガイモ	7.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
果物	キウイ	4.19	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	0.00
	リンゴ	1.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00
	バナナ	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	4.53	0.00	0.00	0.00
肉類	牛ロース	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.67	17.36
	トリササミ	0.79	2.03	1.67	0.00	0.36	205.81	82.99	35.58	1.61
	トリモモ	0.81	2.03	0.00	0.18	0.00	36.27	58.07	55.30	5.94
	トリムネ	0.80	3.67	1.47	0.00	0.00	147.90	82.60	40.15	2.46
	豚モモ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.36	26.77	25.87	0.00
	豚ロース	0.00	0.00	0.00	1.99	0.00	0.00	22.04	27.78	0.00
	豚バラ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.13	29.87	0.00
	羊(生ラム)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.18	28.56	0.00
	ウインナー	1.27	0.00	1.07	0.00	0.00	15.50	40.52	20.35	0.00
	ハム	0.81	0.00	2.53	0.00	0.00	92.81	18.39	7.40	0.79
ベーコン	1.07	0.00	0.83	0.00	0.00	27.40	20.60	5.07	0.00	
魚介類	サケ	1.20	2.83	2.94	0.00	0.00	250.82	95.36	5.28	0.40
	サケ白子	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.51	0.00
	マグロ	1.10	0.00	1.96	0.00	0.00	561.36	26.23	0.00	0.89
	ホッケ	0.79	0.42	2.62	0.00	0.00	102.94	134.00	11.91	1.34
	シラス	1.17	2.06	0.96	0.00	0.00	80.48	21.33	1.62	0.85
	カツオ	1.10	0.11	3.51	0.00	0.00	604.24	46.43	2.82	0.67
	かれい	0.00	0.00	0.00	2.26	0.00	9.14	2.58	39.89	0.00
	いわし	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.41	9.18	0.00	0.00
	さば	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.46	20.19	6.66	0.00
	バナエイエビ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	かつお節	0.00	0.00	15.44	0.00	0.00	121.38	79.09	25.44	0.00
	ほたて	0.00	2.20	0.00	4.63	0.00	0.00	6.18	41.83	5.40
	しじみ	0.00	0.00	0.00	7.48	0.00	0.00	0.00	1.81	0.00
	あさり	0.00	0.00	0.00	3.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	つば	0.00	0.00	0.00	2.78	0.00	0.00	4.06	3.18	0.00
	ほっき	0.00	3.34	0.00	10.74	0.00	0.00	9.03	31.34	0.00
真だら	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.35	34.43	23.42	
藻類	ノリ	3.17	0.39	1.06	0.00	2.82	227.89	20.46	0.00	0.00
キノコ類	マイタケ	0.00	0.00	0.00	3.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	ブナシメジ	0.00	0.00	1.00	6.94	0.00	0.00	0.00	0.48	0.84
	シイタケ	1.44	1.15	0.00	4.61	0.00	5.83	0.00	1.58	0.00
	エリンギ	0.00	1.45	2.93	5.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51
	ホワイトマッシュルーム	0.00	0.87	0.00	6.12	0.00	0.00	0.00	1.73	1.60
エノキ	0.00	4.63	1.72	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63	
穀類	米(ゆめぴりか)	0.00	0.00	0.00	9.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	薄力粉	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
卵類	鶏卵	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
豆類	豆腐	0.00	0.00	0.00	2.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	納豆	0.00	0.00	4.01	8.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
乳類	牛乳	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
調味料	味噌	0.00	0.00	6.91	13.11	0.00	0.00	0.00	12.18	0.00

アデノシンレセプターを塞ぎ、アデノシンがアデノシンレセプターに結合できなくなることによるものである。

3. 食品中の核酸含量

一部高速液体クロマトグラフィー(HPLC)法での結果が報告されているものの、そのほとんどがSTS法¹³⁾もしくはプリン体の定量¹⁴⁾といった限定的な報告しかなかった。これらの方法では過塩素酸に溶解し、加熱して酸加水分解する工程となっており、検体に対して過酷な条件下での分析方法となっている。プリン体は酸加水分解によって塩基まで分解するが、その一部でさらに分解が進み、結果としてグリシン残基が遊離してくることをわれわれは見出している。また、プリン体の定量ではその塩基がDNA由来なのかRNA由来なのかを判別することができない条件下で分析が行われている。

はじめに述べたとおり、核酸のさまざまな機能性については報告されているが、核酸含量の中でも特にDNA含量に関する報告が乏しいのが現状である。DNAとRNAは、化学構造が非常に類似しているが、それらが示す機能性は同様であったり、それぞれ特徴的であったりするため、DNAとRNAは明確に区別して把握する必要がある。

そこでフリーズドライで細胞を破壊し、酵素処理で低分子化するマイルドな条件下での工程によるHPLC法を用いて、60品目の一般食品中の核酸含量について、DNA成分としてデオキシヌクレオチド4種とデオキシヌクレオチド4種、RNA成分としてヌクレオチド4種とヌクレオチド4種、塩基5種とその他核酸成分4種の計25種類の核酸成分の一斉分析を実施した(表1~表3)。

今回の方法は検体由来のホスファターゼに対する影響を考慮していないため、本来(デオキシ)ヌクレオチドであったものが(デオキシ)ヌクレオチドとして検出されている可能性を否定できない。また、キサンチンオキシダーゼの影響も考慮していないが、キサンチン含量は少なく、ヒポキサンチン含量が多いことから、ほとんど影響していないといえる。その他内因性酵素の影響も併せて排除する前処理方法の検討が今後の研究課題である。

RNA成分は品目毎で量的な差があるもののほぼ全ての品目に含まれていることを確認した。DNA成分は魚介類や羊(生ラム)に比較的バランス良く含まれており、特にサケ白子は豊富でバランス良く含まれていることを確認した。それら以外の品目では含まれるDNA成分にバラつきがあることが分かった。

DNA成分の含量に関して、各成分別の含量の報告

はわれわれが知るかぎりでは本稿が初めてである。

4. 食事由来核酸の割合

管理栄養士に作成していただいた1日3食分の献立を基に、核酸の1日摂取量を計算すると、DNA成分として101.17mg、RNA成分として1,048.19mgで、合わせて1,149.36mgであった(表4)。

これまでに食事由来の核酸の1日摂取量は約1,000mgと言われていたが、それをほぼ裏付ける形となった。

表4 核酸の1日摂取量計算

	項目	可食部 (g)	可食部中の DNA成分 (mg)	可食部中の RNA成分 (mg)
朝食	バナナ	123	20.65	57.66
	ご飯	150	0.00	178.53
	出し巻きたまご	70	0.00	20.59
	焼き鮭	120	15.55	168.88
昼食	うどん(小麦)	140	16.88	84.17
	豚モモ	30	6.30	36.20
	シイタケ	20	0.93	12.21
	うどん	20	0.57	3.35
	キャベツ	50	2.38	11.57
	かつお節	1	0.92	3.71
夕食	ご飯	150	0.00	178.53
	味噌汁	18	4.06	12.62
	刺身	140	24.75	115.30
	湯豆腐	120	4.21	122.40
	味噌汁の具	50	2.63	7.17
	おかずのり	2.4	1.33	35.31
	小計		101.17	1,048.19
	合計			1,149.36

おわりに

核酸やその構成成分である(デオキシ)ヌクレオチド、(デオキシ)ヌクレオチドによる脳の健康、食べた核酸がヌクレオチドトランスポーターを介して脳に到達すること、および食品中の核酸含量について解説した。栄養因子としての核酸の脳への働き的一端が紹介できたものと思う。また、一般食品中に含まれる核酸成分、特にDNA成分のHPLC法での分析はほとんど行われておらず、貴重な分析値として皆様に活用していただけることを期待している。

《《《《 参考文献 》》》》》》

- 1) 松永政司: *FRAGRANCE JOURNAL*, No.5, 107-112 (1995)
- 2) J D Young, et al.: *Molecular Aspects of Medicine*, Vol.34(No.2-3), 529-547(2013)
- 3) K Narumi, et al.: *PLoS One*, Vol.14(No.10), e0223892 (2019)

- 4) D W Martin, *et al.* : *Harper's review of Biochemistry*, 348-375(1986)
- 5) M Matsunaga : *5th Asian Congress of Nutrition*, 190 (1987)
- 6) 桐山恵介 他 : 核酸・核タンパク機能性研究会, Vol.6, 12 (2011)
- 7) 桐山恵介 他 : 遺伝子栄養学研究会, Vol.7, 11(2012)
- 8) T Sakurai, *et al.* : *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol.99, 1675-1681 (2018)
- 9) 黒住静之 他 : 耳鼻咽喉科臨床, Vol.59(No.5), 501-504 (1966)
- 10) N Sato, *et al.* : *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, Vol.59(No.7), 1267-1271(1995)
- 11) M Matsunaga, *et al.* : *Neuroscience Research*, Vol.47 (No.3), 269-276(2003)
- 12) M Korkutata, *et al.* : *Neuropharmacology*, Vol.144, 122-132(2019)
- 13) M Tajima, *et al.* : *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, Vol.36(No.11), 934-939(1989)
- 14) K Kaneko, *et al.* : *Gout and Nucleic Acid Metabolism*, Vol.39(No.1), 7-21(2015)



まつなが・まさじ / Masaji Matsunaga
NPO法人遺伝子栄養学研究所理事長 工学・医学博士

1970年 北海道大学大学院理学研究科化学専攻修士課程修了、1974年 京都大学大学院工学研究科石油化学専攻博士課程修了、1974年 京都大学工学博士、2003年 昭和大学医学博士、1994年 NPO法人遺伝子栄養学研究所理事長(現在まで至る)

専門・研究テーマ：

ヌクレオプロテインを中心とした機能性食品や化粧品の開発
著書：

エナジードリンク・栄養ドリンクのすべて(2017年)、遺伝子の旅「核酸」研究の歩み(2019年)、サケ白子核酸を摂れば免疫力が高まる(2020年)



さとう・ひろし / Hiroshi Satoh

日生バイオ(株)北海道研究所副研究所長
2007年 北海道東海大学大学院理工学研究科環境生物科学専攻修士課程修了、2017年 ナチュラルケア(株)統括製造販売責任者、2018年 日生バイオ(株)北海道研究所副研究所長

専門・研究テーマ：

ヌクレオプロテインや大麦若葉などの機能性評価・食品中有効成分の分析