

# 強化食品の効果とその安定度

大阪市立衛生研究所 石井隆一郎

(照井教授紹介)

## 1. 国民栄養摂取の現況と食品強化の意義

科学や文化の進むにつれて人々が摂取する食物も美しくて美味しい事が要求される。そのためには適当に調理加工される事となり本来食物に含まれていた栄養素特にビタミン類の破壊消失、無機塩類の流出をともなうに至り、一方において消化率の向上、貯蔵性の増加等の長所はあるが、栄養上不可欠の必須ビタミンや無機塩類の欠乏により直接又は間接に各種の疾病の原因となつている事は広く認識されている所である。今これらの調理加工食品の摂取からくる国民栄養摂取量の過不足表を第1表に示し、栄養の不足に基づく身体症候発現率を第2表に示した。これらの調査は昭和21年以来、年4回、厚生省が全国を12大都市、中小都市（人口3万以上）並に農村の3階層において任意抽出した世帯の栄養摂取量の実体を調査したもので、第1表はその結果に基づき標準量を100として栄養摂取の実体を過不足によつて明にしたものである。第2表は摂取食品の栄養不足に基づく症候発現率を示したものでこの両表によりわが国民全般に不足する栄養

素の種類とその量を察知する事が出来るが第1表の数値は摂取された食品の種類と量により食品群別荷重平均分析表を用いて算出されたものであるから実際に体内に摂取された量は、更に調理による損失を差引いた値であるから栄養素特にビタミン類の身体内摂取量は一層低いものと考えねばならない。調理によるビタミンの損失は調理方法、食品の種類によつて異なるのは当然であるが、平均してその損失率は次の如くである。乃ち V. A（カロテンとして）20%、V. B<sub>1</sub> 40%、ニコチン酸20%、V. B<sub>2</sub> 20%、V. C 40%

以上のような日常摂取食品によつて当然誘発される疾病の予防対策としては従来は主に日々の食膳にのぼす食品構成を栄養的にまかなうように指導されて来たがこの事は不足する栄養素特にビタミン類を毎日薬品として連日服用する事以上に困難な事であり且忍耐と努力を要する所である。然し日常普通にとりいれている食品中に不足する栄養素を添加してその栄養価を改善しておくならば我々は意識せずしてその恩恵に浴し容易に体質改善並に体位向上を期待する事が出来るであろう。こゝに加工に際して失われた栄養素を本来の量又はより以上に回

第1表 昭和27年国民栄養摂取状況 (%)\*

栄養素		全国	全都市	(六大都市)	郡部	(農村)	1人1日標準量
蛋白質		95.7	96.6	95.2	95.1	94.0	73g
脂肪		67.0	75.0	83.3	61.3	62.0	30g
熱量		96.7	93.7	91.5	98.7	98.8	2180Cal
無機質	カルシウム	37.3	34.8	32.5	38.7	38.2	1g
	磷	178.6	178.4	178.0	178.7	176.7	1g
	鉄	650	630	590	670	680	10mg
ビタミン	A	73.0	81.4	88.6	67.3	68.3	3700IU
	B <sub>1</sub>	95.0	98.6	103.2	93.3	90.8	1.2mg
	B <sub>2</sub>	54.9	54.9	54.2	56.6	54.2	1.2mg
	C	128.2	124.9	126.3	131.3	131.3	60mg

\* 数字は1人1日当り標準量に対する100分比で示す。

第2表 昭和27年度身体症候発現率 %

症候別	欠乏により病因となる栄養素	全 国		全 都 市		農 村	
		26年	27年	26年	27年	26年	27年
貧血	V.B 複合体, V.C 鉄	2.8	3.4	2.7	3.1	2.9	3.5
毛孔性角化症	V.A, V.B <sub>2</sub>	1.8	2.2	1.4	1.2	1.7	2.6
口角炎	V.B <sub>2</sub>	7.1	4.5	3.3	2.1	9.4	5.6
腱反射消失	V.B <sub>1</sub>	7.0	7.3	7.4	6.7	6.8	7.8
浮腫	蛋白質, V.B <sub>1</sub>	1.1	2.0	1.2	1.5	1.0	2.4
慢性胃腸障害	蛋白質, カルシウム	0.5	4.0	0.5	3.8	0.6	3.7
徐脈	蛋白質, V.B <sub>1</sub>	2.8	3.4	2.6	2.9	3.0	3.5
月経遅延及び無月経	蛋白質, V.B <sub>1</sub>	9.3	11.0	8.3	11.3	9.9	10.2
母乳分泌不良	蛋白質, カルシウム	23.4	21.7	23.9	24.0	19.9	19.2
健康者		78.4	77.1	82.2	81.6	76.2	75.4
有症者		21.6	22.9	17.8	18.4	23.8	24.6

復或は増加せしめ (Enrichment) 更に本来含まれていなかった必要な栄養素をも加えて (Fortification) (2) 栄養を改善した "強化食品" (Enriched food or Fortified food) の意義である。

## 2. 強化食品の効果

不足な栄養素を補給するためにその製剤を服用する事も疾病予防の有力な一方法であるがこれは集団的效果乃至は全国的効果を期待する事は困難であるし製剤化に際して添加された栄養素以外のものは摂取出来ない欠点があるが、食品には問題にしている栄養素の上に更に既知の或は未知の微量栄養素をも含んでいる利点がある。添加された栄養素の含有量が正確であればそれだけ改善された効果がある理であるがこれについて一実例をあげてみよう。V.B<sub>1</sub> の合成である有名な ROBERT R. WILLIAM (3) (4) は1948年から約2年間フィリッピン保健省援助の下に H.B. BURCH 及び J. SALCEDO (4) (5) 等の協力をえてバターン半島で白米に B<sub>1</sub>、Fe、ナイアシン等を強化せる Premix の効果を試験した。試験地区は人口63,000人で Premix の白米を食せしめこれを対照地区の30,000人と比較した。この地方では試験前12.7%であった脚気患者は強化米を給与してから1年もへないうちにその89%が治癒し脚気死亡率は10万人中263人から28人に激減し比島の乳児死亡の80%をしめる乳児脚気が治癒したと報告している。この驚嘆すべき効果は40年間にわたる半搦米の奨励や V.B<sub>1</sub> の宣伝によつては到底達しられなかつた事実である。又 V.B<sub>2</sub> について高田・西尾両博士は永田 (7) 等の協力をえて京都市の学童328名

を対象としてなされた実験を上げると第3表の如くで、試験期間を通じて各人週3回脱脂粉乳25g (B<sub>1</sub>757, B<sub>2</sub>4757) が給与されている事及び食糧事情の好転により家庭における食事中より相当量の V.B<sub>2</sub> が摂取されていた事情により体格及び体力においては対照と有意の差が認められなかつたが11月の感冒流行期において欠席日数及び欠席率に著しい差があらわれ、欠席日数比は対照の100に対して V.B<sub>1</sub> 区73、V.B<sub>2</sub> 区64、V.B<sub>1</sub>、V.B<sub>2</sub> 区51であつた。乃ち前者の WILLIAM 等の報告は V.B<sub>1</sub> の不足状況における改善の例であるために改善の実は顕著であるが後者の高田・西尾両博士等の V.B<sub>2</sub> の場合は、むしろ標準摂取状態にあると考えられる学童に対しての投与例であるため 2mg 程度の V.B<sub>2</sub> では体格や体力に顕著な差はみられなかつたものと思われるが、病原菌に対する抵抗力に明確な差が認められた事は注目してよがる。要するに強化食品の効果は栄養に充分留意しつつある人々にとつても又は栄養には全然無関心で好みそのままに美味しい食品をとつている人々にとつても無意識にその恩恵を享受せしめる点において又家庭婦人にとつて

第3表 感冒流行期における V.B<sub>2</sub> の効果

投与群	欠席日数比	欠席員数比
対 照	100	100
B <sub>1</sub> 1mg 投与区	72.5	74.5
B <sub>2</sub> 2mg 投与区	64.0	72.4
B <sub>1</sub> 1mg B <sub>2</sub> 2mg 投与区	50.8	72.4

は日々食品構成を栄養的に容易に実施する事が可能になつた点において、或は薬品の連用という煩雑さから放免してくれる点においてビタミンそのものゝ効果よりも、むしろ実施上効果的である点にある。

### 3. 強化すべき栄養素とそれに適する食品

強化食品製造の主目的は国民全体の栄養改善を通じてその福祉に貢献するにある。好みのまゝに自由に食品をとつている人々全体にその効果をあげるよう実施される事が望ましいのであるから強化の対象となる食品は先ず国民の常食とする主要食品である事が必要で特定の人しかとらない、し好品はその根拠が薄弱で薬品の服用と異ならない。又強化すべき栄養素は元来その食品に含まれていた栄養素である事が自然であるが、その栄養素の不足を改善するに適当な食品のない場合は、加工貯蔵中における損失の少ないものを選ぶ事が望ましい、乃ち前述の国民栄養摂取状況、身体症候発現率並に調理によるビタミンの損失率を基礎として強化すべき栄養素を選ぶと、先ずカルシウムで標準量の37%しか摂取されていないしカルシウムの不足にもなう症候が例年高率であることから必要である。たゞ食品分析中のカルシウムの含量が異常に低き<sup>(8)</sup>にすぎ又は成人に対する必要量が更に少なくてよいのではないかとの異論もある事は今後の参考としてよからう。ビタミンで強化を必要とするものは調理による損失率をも考慮にいれると B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, AでCはその根拠が薄弱であるが過剰すぎるとは考えられないし Dも妊産婦、小児等では不足する場合も考えられるので夫々の食品には強化するとよい。

乃ち我が国においては白米に B<sub>1</sub>、小麦粉に B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, Ca, 味噌には Ca, A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, 醤油には B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, 人造バターには A, D 乳製品には B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, A, D, Ca 等がその対象となるが実施には次の諸条件が厳守される事が肝要である。

1. 強化された栄養素の量はその食品の日常の摂取量で1口の標準量かそれに近い量をまかないうる事。
2. 強化される食品はその栄養素の有効な保護剤で摂取するまでに分解や損失の少ない事。
3. 品質に悪影響のない事及び消費者の負担とならない事で過剰量の強化もさける事。
4. 表示と強化内容とを一致せしめ、強化を宣伝の具に供しない事。

### 4. 強化の方法とその安定度

強化の方法については既に醸酵工学誌<sup>(9)</sup>に簡単に紹介し又二三の編書<sup>(10)(11)</sup>もあるので本稿では主として

強化の方法と安定度について述べる。白米の強化には粳米又は玄米を水或は希酸液 (Acid Parboiling process)<sup>(12)</sup>に浸漬し、吸水、水切り、蒸煮乾燥せしめ外皮部の B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>等を胚乳部に移行せしめる Parboiling<sup>(13)(14)</sup>法 (Converted rice, Parboiling rice) と、白米に B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, ナイアシン, Fe 等を含む溶液を浸みこませ更に淘洗による損失を防ぐためにゼラチン、コロジオン、デキストリン又はツエイン等で被膜した Premix 法<sup>(15)(16)</sup> (rice premix) とがあり前者は虫害を防ぎ米粒中のビタミンを利用しうるが全部の米を加工する必要上経済的に難点があり、後者は一部の米、例えば全量の200乃至300分の1の米を比較的高単位(B<sub>1</sub> 1100~1200 mg/kg)に強化しておき普通の白米に混合する方法で合成 B<sub>1</sub> の価格も安価であるからこの方法が一般的である。今強化米の淘洗、調理並に貯蔵中のビタミン安定度について M.F. FURTER<sup>(16)</sup>等の実験をあげると次のように淘洗による損失は B<sub>1</sub> が1%ナイアシン0.6%で白米の夫々63, 83

第 4 表 Rice Premix の淘洗による損失率%

品 別	V.B <sub>1</sub>	ナイアシン	鉄
Premix	0.1~1.3	0.1~1.2	0~0.2
平均	1.1	0.6	0.1
白 米	63.	83.	65.

%に比して著しく低く、炊飯の場合も第5表の如く最小の水で注意して炊いた場合は Premix, Converted rice 共に約90%の B<sub>1</sub> 残存率をもっている。貯蔵中における損失は Premix は平均7ヶ月後で B<sub>1</sub> は4%、ナイアシンは0%で殆ど減少していない。又近藤・湊田等の Premix 及び acid parboiling 併用によるビタライズ強化米(400γ/g)も水洗、煮熟炊飯後も 333γ/g の B<sub>1</sub> を含んでいる。

第 5 表 炊飯による B<sub>1</sub> の残存率%

品 別	最小の水で蒸煮	過剰の水で蒸煮
Premix 3.1mg/lb	88	24
Converted 1.7mg/lb	90	32

第 6 表 貯蔵中の損失率 %

品 別	期間 月	室 温 (24°C)		Lend Lease test (21日 45°C)	
		B <sub>1</sub>	ナイアシン	B <sub>1</sub>	ナイアシン
Rice Premix 12 sample 平 均	7	4	0	6	1
Enriched rice 3 sample 平 均	8	6	2	7	2

ビタミン B<sub>1</sub> 強化錠又は B<sub>1</sub> 結晶のアルコール溶液添加後炊飯した場合の損失は5~10%である。

#### 小麦粉及びその製品

小麦粉へのビタミンの強化は均一に分布されるよう留意して単に混合されるだけであるから B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> は比較的安定であるが同時に CaCO<sub>3</sub> で Ca の強化を行うと V.B<sub>1</sub> HCl の破壊が著しい事が明になり又磷酸カルシウムでは磷の過剰が考えられるので Ca の同時強化は今後の問題と云えよう。

この場合 V.B<sub>1</sub> HNO<sub>3</sub> なら破壊は少ない。給食用パンに B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> を強化した場合製パン後の残存率<sup>(19)</sup>は B<sub>1</sub> 84~90%, B<sub>2</sub> 91~98%で、トースト用パンでは B<sub>2</sub> 86%であった。麺類への強化は強化小麦粉にて製麺する事が便利であるが水溶性ビタミンである B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> を調理中の「茹でる」操作で著しく流出し、渡辺<sup>11</sup>等は干麺製造時の B<sub>1</sub> 損失は殆んどないが「茹でる」操作でその50~70%を損失した。寺町<sup>(28)</sup>が実験した強化麺でも茹で麺中の残存率は生麺30~30%、乾麺36~47%で長時間にわたる程損失が大で15分ではかなりの損失があり、蒸したものは殆んど損失しない。この損失は茹で汁中に流出するのであるから強化麺帯を鉛筆の芯のようにしその周部を普通麺帯で包むと15分茹でた後でも B<sub>2</sub> は対照区の残存率39%に対して71%で有効<sup>(11)</sup>であった。

#### 味噌及び醤油

味噌及び醤油は複雑な味及び色沢をしている主要副食品であるから強化に適している上我が国人口の44% (昭和28年2月) をしめる農家の保有米強化の困難さを考えるとその重要性がうかがえよう。味噌は之の価格の点からも Ca の強化に適し、CaCO<sub>3</sub> として製品の1%までは品質に影響を与えない。添加の時期は製麺時に仕込む方法がよく熟成中に麹菌の生産する有機酸と反応して水溶性の有機酸カルシウムを生成し又麹菌の蛋白分解酵素を賦活して有効<sup>(29)</sup>である。一般にはコロイド状カルシウムは経済的 CaCO<sub>3</sub> を用いるが味噌1日30gの摂取とすると標準量約40%を補うにすぎないがグルコン酸石灰では6%、乳酸石灰では2%<sup>(18)</sup>まで品質に影響を与えない。V.A はマーガリンに強化する事が一般化されているが、その安定度に稍難点があり、副食としての我が国における嗜好性、その生産額がマーガリンの14倍である点から云つて味噌への強化も適切である。筆者<sup>(19)</sup> (20)はこの点に着目して麹菌の代りにカロチン生産菌として選び出した *Naurospora sitophila* を使用し又同菌の Conidia (カロチン 50mg%含有) を味噌に添加仕込を行い1ヶ年間熟成せしめたがカロチンの減少は殆どみられずむしろ増加の傾向にあつた。この方法は過剰の場合有害である高価な抗酸化剤の添加を要しない利点がある

ので他の食品の強化にも有効であつた。味噌に V.A を仕込むと30日で殆ど0になるとの中野<sup>(21)</sup>等の報告があるがこれは仕込時に存在する Lipoxidase や autoxidation で生じた過酸化物によるものでこの点を考慮に入れて熟成後 V.A (抗酸化剤を含む) を添加した高田・勝井博士<sup>(22)</sup>等の実験では3ヶ月まで殆ど損失がなく5ヶ月後で22%の損失であつたが、熟成後の混合にはその均一化に留意するを要する。B<sub>2</sub> の強化実験では中野は30g中(1日の摂取量)0.5mgを含有せしめた味噌熟成50日後ではその損失は6%であつた。又高田博士<sup>(23)</sup>等の *Eremothecum Ashbyii* 培養物仕込時添加の B<sub>2</sub> 強化味噌では(2.4mg%) 1年間殆どその損失なく調理による B<sub>2</sub> の損失も5%以下であつた。B<sub>2</sub> 生産力の強い麹菌を使用する茂木<sup>(24)</sup>及び木原<sup>(25)</sup>等の報告もある。強化醤油<sup>(26)</sup>の夏期3ヶ月間の貯蔵では B<sub>1</sub> 及び B<sub>2</sub> 共20%以下の損失であつたが、淡青色瓶入りでは B<sub>1</sub> 27%、B<sub>2</sub> 48%であつた。

## 5. 品質管理の重要性

以上その内容を我が国の重要食品にとどめ他を割愛したが他は前記の著者によられたい。食品への強化は品質への悪影響を与えない事が必須条件であるので強化内容が外観上判別しがたい場合が大部分であり且価格を不当にあげない事も要求される。従つて強化内容の厳守こそは強化食品の将来を左右するものと考えられるが、技術的低劣さや不注意によりその含有量に大差を生じ数倍から数分の1の含有量のものも散見する可能性がある。この事は当業者各位の技術的内容と共に品質管理の重要性を示すものと云えようし消費者の信頼を獲得する唯一の道に通ずるものである。

#### 文 献

- 1) 厚生省：国民栄養の現状(昭和26, 27年度)
- 2) GEORGE R. COWGILL: Handbook of Nutrition, p.677 (1951)
- 3) ROBERT R. WILLIAM: *nutrition Rev.*, 7, 90(1949)
- 4) H.B. BURCH, J. SALCEDO, J.R., E.O. CARRASCO, AND C.L. INTENGEN: *J. Nutrition.*, 46, 239 (1952)
- 5) H.B. BURCH et al., *J. Nutrition.* 42, 9 (1950)
- 6) ROBERT R. WILLIAMS: 栄養と食糧, 4, 1 (1951)
- 7) 永田・寺元・美濃口: ビタミン 6, 54 (1953)
- 8) 久保・堤: 食糧研 5, 171 (1951); 栄養と食糧 5 10 (1951)
- 9) 石井: 30, 特集号 238 (1953)
- 10) 稲垣: 強化食品(昭和26年9月)
- 11) 斎藤: 強化食品(昭和28年7月)
- 12) 近藤・濃田: 食糧科研報 3, 8 (1950)
- 13) E.G. HUGENLAUB AND J.H. ROGERS: *Brit. p. 519, 926: u.s.p. 2, 239, 608 (1941)*

- 14) 桜井：栄養と食糧 4, 17, 19 (1951)
- 15) E.A. FIGER and V.R. WILLIAMS : U.S.P. 2, 390, 210 (1945)
- 16) M.F. FURTER and W.M. LAUTER : Ind. Eng. Chem., 38, 486 (1946)
- 17) 足利・村山：ビタミン 66, 660 (1953)
- 18) 守随・西巻：強化食委報 12 (1949)
- 19) 石井・本多：醸酵工学 28, 248 (1950)
- 20) " " : " 29, 251 (1951)
- 21) 中野：食糧研報 7, 163 (1952)
- 22) 勝井・高田：ビタミン 7 (1954) 予定：ビタミン学会報告 (1953)
- 23) 高田・岡・清水：醸酵工学 28, 95 (1950)
- 24) 茂木・中島・井口・吉田：同上 29, 302 (1950)
- 25) 木原・金子・坂口：同上 27, 156 (1948)
- 27) 上久保：醸酵工学：28, 472 (1950)
- 28) 寺町：食糧研報 7, 89 (1952)
- 29) 中野： " 7, 155 (1952)

## 人 造 米 に つ い て

### (一 般 解 説)

農林省食糧研究所 鈴木 繁 男

(醸酵工学教室紹介)

#### ま え が き

人造米について最近いろいろの論議があるが、人造米が昨年かから俄かに注目されて来たのについては、それなりの歴史と又急速に発展するだけの理由があつたのであつて、それ等が現在の人造米の背景となつてゐるわけである。

粉末を固めて米粒型にして米の代用品を作るという試みはかなり前から行はれてゐたが、これがある程度真剣に研究されたのは第二次世界大戦中に食糧が逼迫しはじめてからである。しかしその当時の人造米は、芋粉その他の未利用資源に小麦粉を加えて米粒型にしたものであるが世評はすこぶる悪かつた。それは当時は米の形に似せる事だけに努力し、製品に対して米としての物理的、化学的近似性を考えるという事をあまり考えなかつたからである。例えば当時の製品は比重や固さが普通の米よりはるかに劣り、その結果米と混炊した際に浮びあがつたり溶けたりした。又それをさけるために人造米を最初から入れないで水が沸騰してから、或いは水がひきかかつてから加えて急いで攪拌する等の二重の操作が必要であつた。これに対して我々は、最初から米に混合して炊いても形も崩れず、且つ均等に分布する様な人造米を製造する事を企図したわけである。その一つのきつかけとなつたのは人造米型式による強化米の製造であつた。即ちプレミックス或いはピタライス等の優秀な強化米が製造されたが、これ等は原料が天然米である点と強化する工程にかなりの資材や手数がかかり、その結果コストが

高くつくので我々は粉末を固めて人造米を製造する過程に強化剤を加えればコストは非常に低下できると考えたのである。ただその製品が溶解したり浮き上つたりしては強化米の意味がないので、我々はまづ米と同様にとりあつかえる人造米の製法を検討し、次節に説明する様な製造法によつて一応の目的を達したのである。一方当時食糧庁としては農産物価格安定法によつて買上げた澱粉の有効適切な処理法として、又頭打ち状態にあつた小麦粉の有効需要の喚起にも役立ち、且つ外米と抱き合せて輸入される数万トンの伴米の新規用途ともなるという考えから、これ等を原料とした人造米の推進にのり出し今日に至つたわけである。

#### 人造米の製造法

現在主として行はれてゐる方法について説明する。小麦粉、澱粉、碎米粉を適当な割合に混合したものに適量の水(混合物の水分が30~36%になる程度)を加え15分間攪拌、混和してから麵帶ロールを通して麵帶を作る。次にこの麵帶に強圧をかけながら、表面に米粉型の孔を多数(8,000~12,000)ほつた成粒機の間を通して、麵帶の表面に米粒型を浮き出させ、これを分粒機にかけて一粒づつバラバラにしたものに生蒸気を3~4分あてて表面に糊化層を形成させてから乾燥し、要すれば精米機をかるく通して製品とする。

現在多く行はれてゐる配合は小麦粉、澱粉、碎米粉の比率が8:1:1、7:2:1等であるが、これでは製品を炊いた際にうどん臭がするので、この脱臭法について各