

## 6. 欠乏および潜在的欠乏症

VC の栄養状態を知るのにその作用について調べることは余り有効ではなく、一般的には血漿や白血球中の VC 濃度が判定に利用される。すなわち、血漿 VC 濃度が 0.2mg/dL では VC 欠乏を示し、その濃度が 0.2~0.5mg/dL では潜在的欠乏状態を意味する。VC の生理作用の項でも述べたように、VC 欠乏症で代表的なのは壊血病である。壊血病の特徴的な症状は、皮下、歯肉、筋肉の出血、下肢の浮腫、ニューロパシーおよび脳の出血である。

## 7. 現在の栄養所要量

### 1) 第六次改定 日本人の栄養所要量

今回の第六次改定で、VC の栄養所要量はこれまでの 2 倍量の 100mg となった (図 3)。今回の改定のなかでも、大変革といえる。

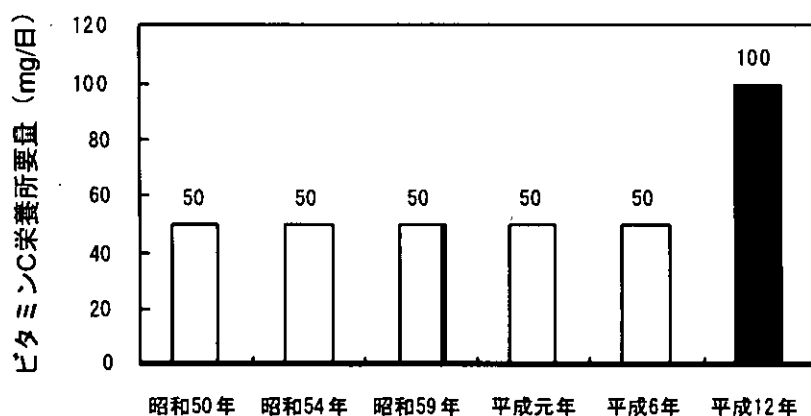


図3. ビタミンCの栄養所要量の変遷

健康・栄養情報研究会編：第六次改定 日本人の栄養所要量—食事摂取基準（1999）

これまでの栄養所要量の考え方は「欠乏症に対する対策」が主であり、VC に関しても、欠乏症を防ぐ量に安全率を乗じたものであった。今回の改定では、「欠乏症に対する対策」に加え、「健康の維持増進、生活習慣病の予防」までを考慮していることが特徴である。そのため、従来の「推奨栄養所要量」という考え方に「適正摂取量」も取り入れられ、「食事摂取基準」という概念が導入された。

したがって、今回の改定では、平均必要量 (EAR) の分かっているものについて、RDA は上記の式より算出される。

VC の場合は、この平均必要量 (EAR) が分かっていないため、AI (特定の集団においてある一定の栄養状態を維持するのに十分な 1 日の摂取量) を所要量とみなせると考えられた。すなわち AI は、「血漿 VC 濃度を 0.7mg/dL 以上維持する摂取量」であり、各種栄養調査の文献

平均必要量A (EAR)	特定の集団における 50%の人が必要量を満たすと推定される 1 日の摂取量
栄養所要量B (RDA)	特定の集団における 97~98%の人が 1 日の栄養必要量を満たすのに十分な摂取量 (=平均必要量+2×標準偏差)
栄養所要量B' (AI)	特定の集団においてある一定の栄養状態を維持するのに十分な 1 日の摂取量
許容上限摂取量C (UL)	特定の集団においてほとんどすべての人に健康上悪影響を及ぼす危険のない栄養素の 1 日の最大限摂取量。

値より、血漿 VC 濃度を 0.7mg/dL 以上の基準値を保つのに十分な VC 量は 1 日 100mg とみなされ、この値を成人の所要量とした。乳児は母乳から摂取する 40mg とし、幼児/青少年期は各年代の基準体重をもとに算出した (45-90mg)。妊婦への付加量は 10mg、授乳婦への付加量は 40mg とした。

しかし、日本人の栄養所要量でありながら、それを決定するための日本人のデータが不足しているために、その文献はほとんど海外のものである。真の EAR を求めなければ、真の VC の栄養所要量を策定することはできない。したがって、われわれの今後の課題はここにあると思われる。

## 2) 諸外国の栄養所要量

諸外国の栄養所要量は、40～100mg と実に様々である (図 4)。国によっては何年も改定されていない。この所要量の違いは、各国の所要量に対する考え方の違いや野菜や果物の需要量と供給量の違いなどによる。

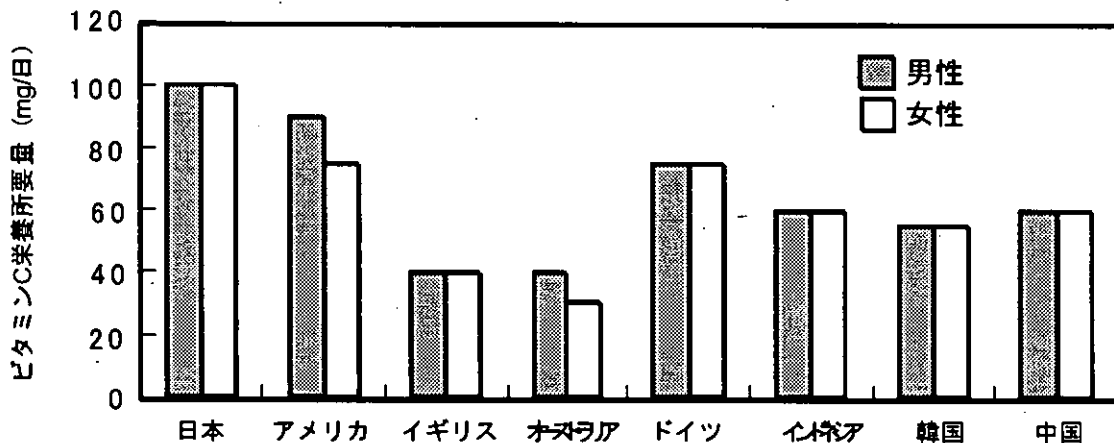


図4. 諸外国のビタミンCの栄養所要量 (成人)

健康・栄養情報研究会編：第六次改定 日本人の栄養所要量—食事摂取基準 (1999)

## 3) アメリカの栄養所要量 (食事摂取基準)

今回の日本の改定は、アメリカの食事摂取基準という考え方にならったものである。アメリカでの VC の栄養所要量は、推定平均必要量より算出されている。成人の推定平均必要量は、Levin らの報告 (1996, 2001) をもとに、男性で 75mg/日、女性で 60mg/日とされた (図 5)。この量は、白血球中の VC 量が最大値の 80% になるときの量であり、かつ抗酸化作用を確保する量という考え方によって決められた。男女差は、体重差を考慮したものである。この推定平均必要量に 120% を乗じて、栄養所要量とした。

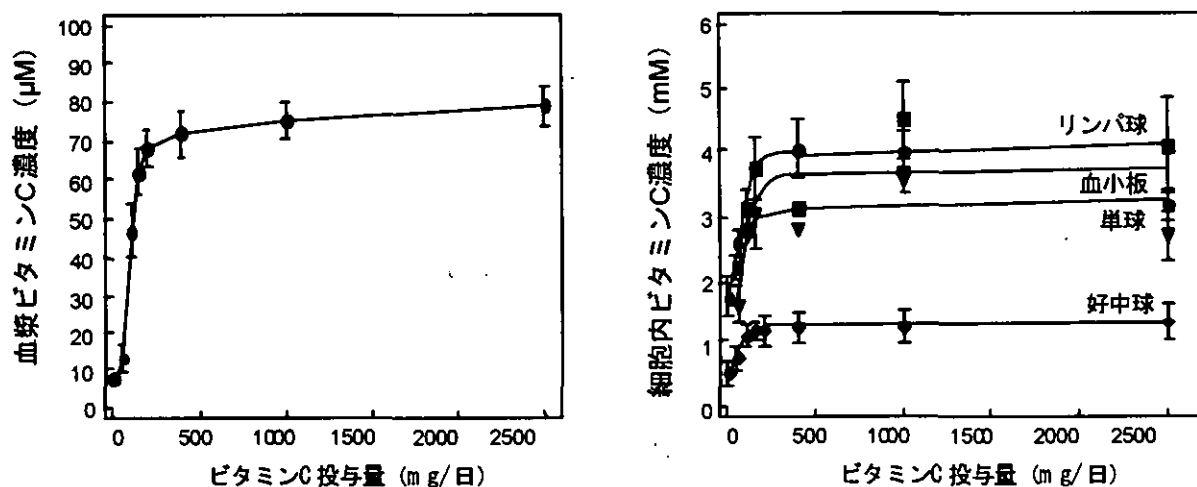


図5. ビタミンC投与が血漿および血液中細胞内ビタミンC量に及ぼす影響

Levine, M. et al : Proc. Natl. Acad. Sci. USA (1996, 2001)

また、アメリカの場合は許容上限摂取量が成人で2000mg/日と決められている。この量は、1日3000mg以上の多量摂取で10~30%の人に下痢や腹痛が見られ、この消化管への影響があることに基づいたものである。

#### 8. ビタミンCをどれだけ摂れば良いか

##### 1) 必要量とは

ビタミンの栄養所要量を策定するに当たり、真の必要量を定めることが重要であることは言うまでもない。必要量とは、食事として食べ物を摂取した場合に、消化されて吸収される栄養素の最小量で、一定の栄養状態を維持するために必要な量である。すなわち、この量は必ず食物から摂らなければいけない量である。VCの必要量を知るということは、VCが体の中で、十分な機能を発揮できる最小量を知るということである。必要量に関しては、これまでアメリカをはじめ諸外国でも様々な議論が展開されている。実際、VCの必要量に関しては、1日100mg以上とする研究結果も多く示されている。しかし、我国では、日本人のVC必要量に関する詳細なデータが不足しているのが現状である。必要量を明らかにするには、血漿や白血球のVC濃度、尿中へのVC排泄量などの測定が必要である。なぜなら、そのデータはVCの吸収、排泄、プールサイズ、生体内利用効率を知る手がかりとなるからである。さらに、妊娠、授乳、加齢・老化、喫煙、ストレスなどの生活環境や、感染、癌などの種々の疾病がVC必要量に及ぼす影響などについても検討が必要である。この状況において、我々日本人にとって、多様なVCの生理作用が十分発揮できる必要量を知るためのデータ作りは、これからのVC所要量の策定のための重要かつ早急な課題であると考えられる。したがって、以下のようなヒューマンスタディはまさに、日本人による、日本人のための基盤作りである。2) ヒューマンスタディについて

現在我々が進めているヒューマンスタディは、ヒトを対象に水溶性ビタミン必要量に関する実験的検討を実施し、所要量策定のための実験的資料を作成することを目的とする。まず、所要量の妥当性を調べるために、食事摂取基準通りの栄養素を摂取した時の水溶性ビタミンの血液中と尿中の値を調べた。被験者(男女共)は1日100あるいは150mgのVCを3回に分けて摂取した。他の栄養素についても、同様に摂取した。実験期間は8日間、被験者は健常な18歳~22歳の男・女子学生各10名で、この間一定の食事・行動スケジュールに従って生活した。なお、女子学生は3月、男子学生は8月に行った。血液採取は、実験開始1, 3, 5, 8日目の朝食前に行った。尿の採取は毎回行い、朝8時30分から翌朝の8時30分までを1日尿として蓄尿した。なお、実験開始7日目の8時30分~8日目の8時30分までの尿は、ビタミン排泄の日内変動を調べるために、分割尿採取を行った。これらの血液・尿を使用して、VCの測定を行った。結果については講演の中で述べる。

### 3) わが国での VC 摂取量の状況

多くの生理作用をもつ VC が必須の栄養素であることは古くから知られているが、所要量が 100mg/日と改定された現在でも、健康を維持・増進するための真の VC 必要量、所要量を生化学的、栄養学および疫学的側面から詳しく研究することは重要である。その中でも、食事から如何に効率良く上手に VC を摂取するかを考えることは大切である。

実際に我々が摂取している VC 量について、国民栄養調査の年次推移を示した (図 6)。全国平均では、ここ数年 125mg 前後を推移し、栄養所要量を充足している。

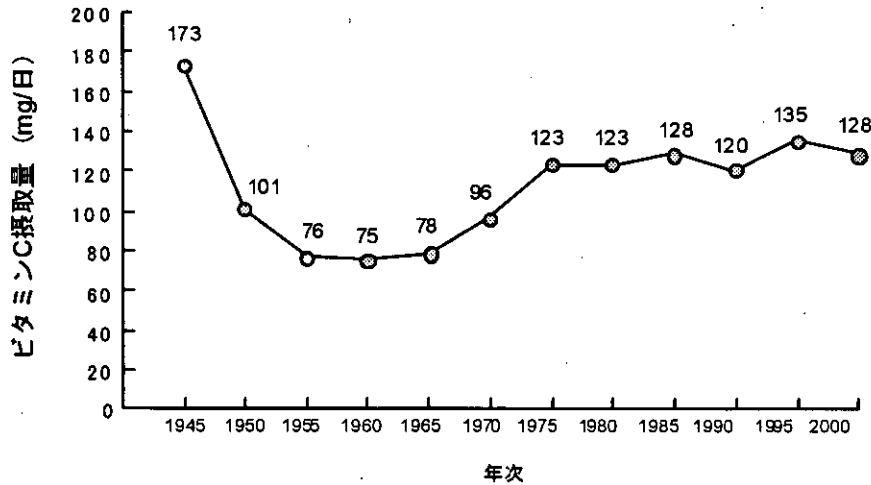


図6. ビタミンC摂取量の年次推移

健康・栄養情報研究会 編：国民栄養の現状 平成12年厚生労働省国民栄養調査結果 (2001)

一人世帯で見た場合の VC の摂取量 (平成 12 年度国民栄養調査) を示した (図 7)。全国平均では所要量を満たしているものの、一人世帯の 20~30 歳代の特に男性で所要量を満たしていないことが明らかとなっている。特に 20 歳代では、他の栄養素についても所要量を満たしていない傾向があった。この結果より、一人世帯に限らず、VC の摂取量が実際に所要量を充足しているかどうかは疑問である。

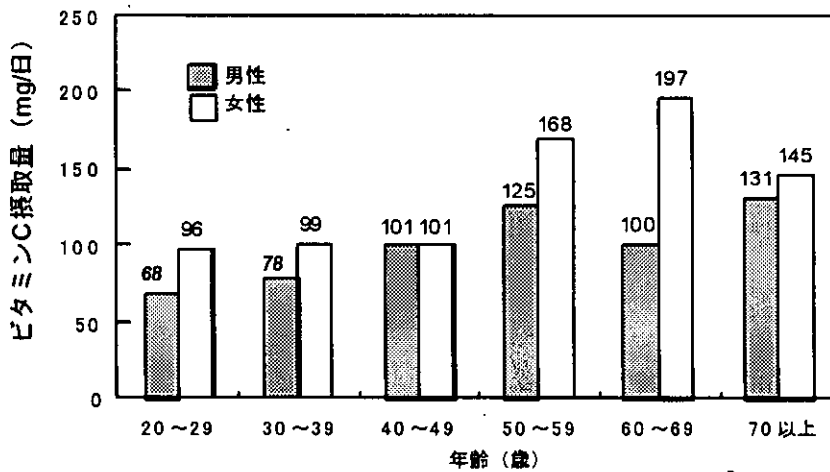


図7. 一人世帯の年齢別ビタミンC摂取量

健康・栄養情報研究会 編：国民栄養の現状 平成12年厚生労働省国民栄養調査結果 (2001)

### 9. ビタミンCをどのようにして摂るか

### 1) VC を多く含む食品

VC を多く含む食品は、いも類、野菜類、および果実類である。日本食品成分表では、可食部 100g あたりの成分値が示されており、それらの食品に VC が多く含まれていることを確認できる。果実類は、ほとんどの場合、生で食することから、良い給源となる。しかし、実際に我々はすべての食品を 100g 単位で食べているわけではない。たとえば、パセリの VC 含量が高いとしても、生で 100g 食べる人はまずいないだろう。そこで、いつも食べる量すなわち常用量で考えることが必要である (表 2)。

### 2) 調理による VC の損失

一般的に調理によるビタミンの損失は VC の場合、平均 50% と見積もられている。実際ゆでた場合、その損失率は 40~60% となっている。しかしながら、ゆで汁へ流出した VC がゆで汁中に残存しているという報告もある。また、油いための場合、ほぼ 100% 近くの VC が残存していることから、必ずしも調理により損失するとは限らない。さらに、食品は様々な成分の複合系であり、他の成分により保護されている可能性も考えられる。

表2. 常用量による食品中のビタミンC含量

	1人分 (g)	ビタミンC含量 (mg)	備 考
にがうり (油炒め)	50	38	
ブロッコリー (ゆで)	50	27	付け合わせ
青ピーマン (油炒め)	30	24	
和種なばな (ゆで)	50	22	浸し
さつまいも (焼き)	80	18	焼きいも
赤ピーマン (生)	10	17	サラダ
小松菜 (ゆで)	60	13	浸し
いちご	80	50	小8粒
柿	70	49	中1/2個
ネーブル	80	48	小1個
キーウイフルーツ	60	41	中1個
グレープフルーツ	100	36	中1/2個
うんしゅうみかん	80	28	中1個

臨床栄養総合技術研究会 編：常用量目安 食品成分早見表 (2001)

### 3) 栄養補助食品 (サプリメント) からの VC 供給

近年の規制緩和と保健機能食品制度の発足により、栄養補助食品 (サプリメント) はスーパーやコンビニでも購入できるようになった。サプリメントの定義は諸説ありいまだ明らかではないが、広くはカプセルや錠剤の形状のものから、ドリンク剤、その他健康食品までを含んでいる。しかし、一般的な認識としては、栄養機能食品と健康食品のなかでカプセルや錠剤の形状のものを指している。名称及び分類は次の通りである。

<名称及び分類>

<b>医薬品</b> (医薬部外品を含む)	<b>保健機能食品</b>		<b>一般食品</b> (いわゆる健康食品を含む)
	<b>特定保健用食品</b> (個別許可型)	<b>栄養機能食品</b> (規格基準型)	

これまでの様々な調査結果より、VC を主成分とする栄養補助食品（サプリメント）の利用者は他の栄養補助食品の利用者に比べ、多いことが報告されている。

普通の食事による VC の過剰摂取は考えにくい。栄養補助食品（サプリメント）の利用による過剰摂取は十分起こり得る。これまで、VC 過剰摂取による毒性の報告はほとんどない。過剰な VC 摂取による副作用の可能性として、尿路シュウ酸結石の形成が取り上げられた。しかし、Levin らは健康なヒトを対照にした実験で1日 1000mg までの VC の経口あるいは非経口投与は尿中シュウ酸排泄量に影響しないことを証明した。一方最近、VC が遺伝子を損傷する物質を生成するという報告がなされた。この反応が生体内で起こるかどうかは不明であるが、過剰な VC 摂取による生体への影響については、今後の研究成果を待たなければならない。

現在、VC を含む栄養補助食品（サプリメント）は、様々なものが市販されている。ある一定の規格で製造されている栄養機能食品には、決められた表示があるため、購入の際の参考にされたい。また、栄養機能食品の場合、上限・下限値が設定されており、VC では、上限 1000mg、下限 35mg と決められている。

栄養補助食品（サプリメント）は、あくまでも補助的に使用するものであり、栄養補助食品を摂取していれば、栄養素が充足されているわけではないことを十分理解するべきである。栄養摂取の基本は食事であることを忘れないでほしい。

10. おわりに

VC は欠乏症である壊血病を予防・治療するだけでなく、多様な生理・薬理作用を持つことを述べた。また、これらの作用が健康の維持・増進、生活習慣病あるいは多くの疾患の予防に関わっていることを示した。しかし、重要なのは多様な生理・薬理作用を生体で十分に発現させるための VC の必要量である。特にヒトは VC を生合成することができないため、食物から如何に効率良く適切な量を摂るべきか、が重要である。第六次改定で日本人の VC 栄養所要量は 100mg となったが、これを策定するにあたり日本人の VC 必要量に関する資料が乏しいことから、アメリカなど諸外国のデータが参考にされた。今後、ヒューマンスタディを通じて日本人のための VC 必要量に関するデータを注意深く検討し、様々な生活環境（摂取量の違いによる変化、年齢の違いや性差、季節差、喫煙者に対する対応など）を考慮したうえで、日本人の VC 栄養所要量が 100mg/日で本当に良いのか？を考察する必要がある。

また、それと併せて日本人が食事から如何に上手に VC を摂取するかも大切な検討課題である。21世紀の国民健康作り運動「健康日本21」では、野菜摂取目標値を 350g/日としている。生で 350g の野菜を食べることは困難であるが、ゆでたり、炒めたりと調理で工夫すると、生食の 3~5 倍を摂取することは容易である。今後、からだに必要な VC を摂取するために、栄養補助食品（サプリメント）に頼ることなく、食事から摂取することを基本として、野菜類に含まれる VC の調理による損失率なども十分考慮した正しい食生活を行うことを提案していかなければならない。

以下に VC に関する総説、単行本、報告書、文献（図表に用いたもの）など中心に参考資料として記載する。

1. Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids. The National Academic Press, 95-185, 2000
2. Englard, S., Seifter, S. : Ann. Rev. Nutr. 6, 365-406, 1986
3. Frei, R., Stocker, R., Ames, B. N. : Proc. Natl. Acad. Sci. USA 85, 9748-9752, 1988
4. Lee, S. H., Oe, T., Blair, I. A. : Science 292, 2083-2086, 2001
5. Levine, M., Conry-Cantilena, C., Wang, Y., Welch, R. W., Washko, P. W., Dhariwal, K. R., Park, J. B., Lazarev, A., Graumlich, J., King, J., Cantilena, L. R. : Proc. Natl. Acad. Sci. USA 93, 3704-3709, 1996

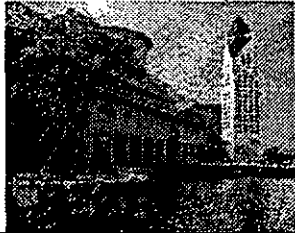
6. Levine, M., Wang, Y., Padayatty, S. J., Morrow, J. : Proc. Natl. Acad. Sci. USA 98, 9842-9846, 2001
7. Walmsley, A. R., Batten, M. R., Lad, U., Bulleid, N. J. : J. Biol. Chem. 274, 14884-12892, 1999
8. Washko, P. W., Welch, R. W., Dhariwal, K. R., Wang, Y., Levine, M. : Anal. Biochem. 204, 1-14, 1992
9. 科学技術庁資源調査会編：五訂 日本標準食品成分表 大蔵省印刷局 2000
10. 健康・栄養情報研究会編：第六次改定 日本人の栄養所要量—食事摂取基準 第一出版 1999
11. 重岡 成：ビタミンC, ビタミンの事典, 朝倉書店 354-388, 1996
12. 新開発食品保健研究会編：Q&A 保険機能食品制度の手引き 新日本法規 2002
13. 日本栄養士会編：健康日本21「健康日本21と栄養士活動」第一出版 2001
14. 藤原葉子, 大塚 恵, 渭原 博, 伊藤信吾, 藤崎 誠, 猪俣美智子, 苫米地幸之助, 小高 要, 五十嵐 脩, 奥田邦雄, 美濃 眞, 千畑一郎, 橋詰直孝, 糸川嘉則: 日本栄養・食糧学会誌, 54, 41-44, 2001
15. 村田 晃：新ビタミンCと健康～21世紀のヘルスケア～ 共立出版 1999

## 日本人の水溶性ビタミンの 食事摂取基準策定に関する現状

滋賀県立大学・人間文化学部  
生活文化学科・食生活専攻  
柴田克己

### 8種類のB群ビタミン

(B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>,  
ナイアシン, パントテン酸,  
葉酸, ビオチン)  
+  
ビタミンC



## 日本人の水溶性ビタミン必要量に 関する基礎的研究 (厚生労働科学研究費補助金) 平成13年度～平成15年度

- 第1回講演会：(長寿科学振興財団後援)  
平成14年3月15日(大津)  
第2回講演会：平成14年9月20日(名古屋)  
第3回講演会：(長寿科学振興財団後援)  
平成15年3月1日(神戸)  
第4回講演会：平成15年11月22日(高知)  
第5回講演会：(長寿科学振興財団後援)  
平成15年2月21日(京都)

## 栄養所要量の沿革

- 昭和45年5月 (1970)
- 昭和50年3月 (1975) : 第一次改定
- 昭和54年9月 (1979) : 第二次改定
- 昭和59年8月 (1984) : 第三次改定
- 平成元年9月 (1989) : 第四次改定
- 平成6年3月 (1994) : 第五次改定
- 平成11年6月 (1999) : 第六次改定
- 平成16年 (2004) : 第七次改定 (予定)

使用は平成17年度～21年度

## 第七次改定 日本人の食事摂取基準 — 栄養所要量 —

## 食事摂取基準 (Dietary Reference Intakes: DRIs)

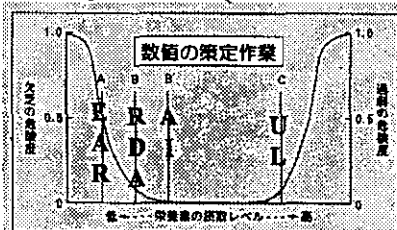
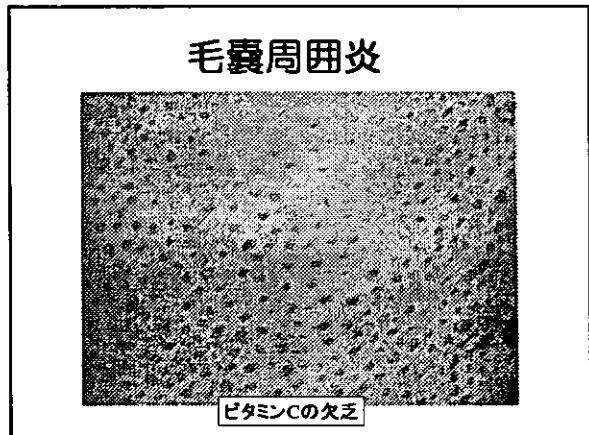
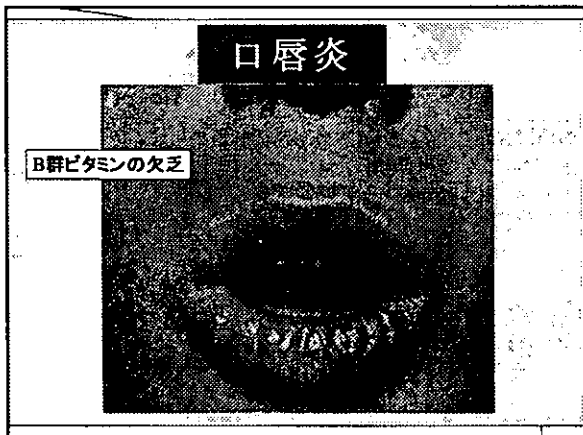
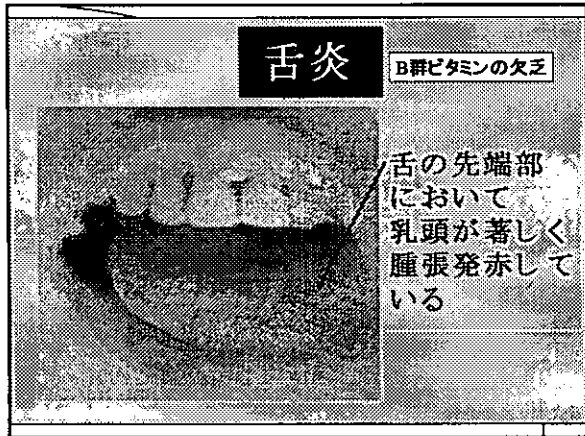


図1 食事摂取基準

- A - 平均必要量 EAR  
B - 栄養所要量 (平均必要量が算定される場合) RDA  
B - 栄養所要量 (平均必要量が算定されない場合) AI  
C - 許容上級摂取量 UL

## ある種の疾病は 水溶性ビタミンの 欠乏症であった

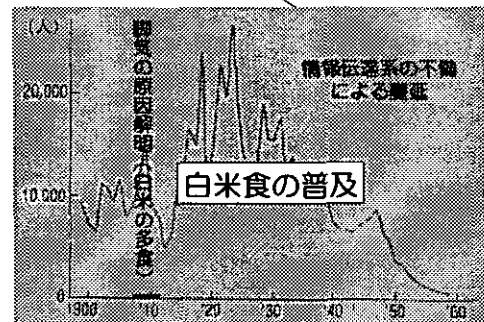




## 乾式脚気 (ビタミンB<sub>1</sub>欠乏)



## 脚気死亡者の変遷 (日本)



ある種の疾病はビタミンの  
適正摂取によって予防・治癒  
できることがわかってきた



適正摂取量、すなわち  
食事摂取基準を示すことが  
公衆栄養学上の重要な課題  
となってきた

## どのようにして、食事摂取基準を求めるのか？

体内プールが飽和後、  
尿中の排泄量の急激な増加 → B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>,

欠乏症が現れる量 → ナイアシン, 葉酸, B<sub>12</sub>

欠乏症が現れない,  
尿中の排泄量の急激な  
増加も認められない。 → パントテン酸,  
ビオチン  
健康者の  
摂取量から

## どのようにして、食事摂取基準を求めるのか？

**ビタミンC:**  
欠乏症である壊血病の  
予防が指標ではなく、  
抗酸化作用と心臓疾患系の  
疾病予防が期待できる量  
から求めた。

## 水溶性ビタミンのDRI'sの数値策定に 関する基本的な考え方

水溶性ビタミン名の化学名と化学式を書き、数値の重量はどの物質を用いて計算したものが、明確に記載する。  
たとえば、「ビタミンB<sub>1</sub>は、チアミン塩酸塩(塩酸チアミンともいう)(C<sub>12</sub>H<sub>17</sub>N<sub>4</sub>O<sub>6</sub>S-HCl = 337.3)相当量で数値を策定した。」と記載する。

水溶性ビタミンのDRI'sの数値策定に関する基本的な考え方

乳児(0~(月))は、母乳を適当量摂取している限り、健常に発育する。  
したがって、水溶性ビタミンはAI設定とした。  
AIは母乳中のビタミン含量と泌乳量から計算した

水溶性ビタミンのDRI'sの数値策定に関する基本的な考え方

「乳児(6~(月))」の水溶性ビタミンはAI設定とした。その数値は、乳児(0~(月))のAI値に体表面積比、(6~(月))の体重/0~(月)の体重<sup>0.75</sup>をかけた数値と成人(18~29歳)の年齢区分のデータに、{(6~(月))の体重/成人(18~29歳)の年齢区分の体重<sup>0.75</sup> × 1.3}をかけた数値の二つの値を基に、各々の水溶性ビタミンの特性並びに「1歳~」の食事摂取基準の数値との間に大きな乖離が見られないよう考慮し策定した

水溶性ビタミンのDRI'sの数値策定に関する基本的な考え方

ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ナイアシン、ビタミンB<sub>6</sub>、ビタミンB<sub>12</sub>、葉酸、：

「1歳以上」はEAR設定とした。欠乏症を予防するという観点から得られた科学的根拠のある年齢区分のデータを基にして、データのない対象年齢区分のEARを算出した。その算出方法は、各々のビタミンの代謝的特徴を考慮して決定した。

水溶性ビタミンのDRI'sの数値策定に関する基本的な考え方

①ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ナイアシンはエネルギー所要量の値の比較から数値を策定した。②ビタミンB<sub>6</sub>は、基本的に、たんぱく質所要量の値の比較から策定した。③ビタミンB<sub>12</sub>、葉酸は、体表面積値の比較を示す式、{(対象年齢区分の体重/科学的根拠のある年齢区分の体重)<sup>0.75</sup> × (1+成長因子)}から策定した。

水溶性ビタミンのDRI'sの数値策定に関する基本的な考え方

RDAは、基本的にEARの1.2倍とした。

水溶性ビタミンのDRI'sの数値策定に関する基本的な考え方

パントテン酸、ビオチン：欠乏症を実験的に再現できないため、EARを設定できるに足る十分なデータが未だ得られない。それ故、AI設定とした。各年齢区分の値は、食事調査結果を基にして策定した。報告のない年齢区分の値は、体表面積の値の比較を示す式、(対象年齢区分の体重/科学的根拠のある年齢区分の体重)<sup>0.75</sup> × (1+成長因子)から策定した。

### 水溶性ビタミンのDRI'sの数値策定に関する基本的な考え方

ビタミンC：

RAI (Recommended Adequate Intake) 設定した。すなわち、欠乏症である壊血病を予防する量ではなく、抗酸化作用が期待できる最小摂取量から策定した。

### 水溶性ビタミンのDRI'sの数値策定に関する基本的な考え方

水溶性ビタミンは、ビタミンCを除く8種類のB群ビタミンは食品中ではたんぱく質と結合した状態で存在している。また、植物性食品では、糖質などと結合した状態でも存在する。したがって、吸収される前に消化が必要である。この点を考慮して食事摂取基準の数値を策定するという考え方もある。さらに、水溶性ビタミンの吸収率も100%ではない。しかしながら、EARを設定するための実験のほとんどは、通常の食品を摂取させた実験から得られたものである。したがって、特に、生物有効性(消化率と吸収率を考慮したもので、生体利用率とほぼ同じ意味である)については、数値の策定作業においては、考慮しなかった。

### 水溶性ビタミンのDRI'sの数値策定に関する基本的な考え方

高齢者：  
エネルギー所要量は15~29歳をピークにして、それ以降の年齢では漸減する。しかし、加齢に伴う消化吸収率の低下などを考慮して、基本的に15~29歳の値と同じとした。ただし、エネルギー当たりでRDAが設定されているビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>6</sub>およびナイアシンはエネルギー所要量に基づいて策定した。

### 水溶性ビタミンのDRI'sの数値策定に関する基本的な考え方

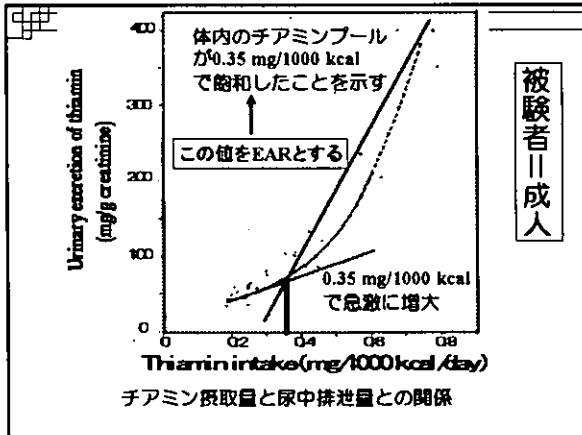
妊婦・授乳婦については、ビタミンの代謝特性を考慮して付加量を策定した。

### 水溶性ビタミンのDRI'sの数値策定に関する基本的な考え方

ULは動物実験のNOAELと人における大量摂取データの二つを基にして策定した。なお、UL策定に関するデータは非常に限られていたため、現時点ではULを策定できないビタミンがあった。しかしながら、水溶性ビタミンを簡単に摂取できる食品形態の出現はULに相当する数値の策定を急務とする。そこで、第七次改定では、「活用にあたって」の注意事項に暫定的にこれ以上摂取しても健康の維持に寄与しないとと思われる量を記載した。

## ビタミンB<sub>1</sub>

体内プールが飽和されたのち、  
尿中の排泄量の急激な  
増加が認められる



前図のチアミンの数値は、分子量265.3のチアミンである。チアミン塩酸塩 (= ビタミンB1塩酸塩) 相当量に換算するには (337.3/265.3) をかける。  
 $0.35 \text{ mg}/1000 \text{ kcal} \times (337.3/265.3) = 0.45 \text{ mg}/1000 \text{ kcal}$  となる。

チアミン塩酸塩相当量として  
**EAR = 0.45 mg/1000 kcal**

12~14歳児のB<sub>1</sub>のEARとRDA

- 男：エネルギー必要量を2550kcal/日。
- EAR:  $0.45 \text{ mg} \times 2.55 \div 1.15 \text{ mg}/\text{日}$
- RDA:  $1.15 \text{ mg} \times 1.2 \div 1.38 \text{ mg}/\text{日}$

---

- 女：エネルギー必要量を2300kcal/日。
- EAR:  $0.45 \text{ mg} \times 2.3 \div 1.04 \text{ mg}/\text{日}$
- RDA:  $1.04 \text{ mg} \times 1.2 \div 1.25 \text{ mg}/\text{日}$

エネルギー必要量によって変動

## ナイアシン

NE = ニコチンアミド + ニコチン酸 + 1/60 トリプトファン

欠乏症が現れる量から求める

尿中へのMNA排泄量の変動

Trp, 180mg Nia, 4.7 mg NE, 7.9 mg 3.85mg/ 1000kcal	Days 2-13	Days 14-25	Days 26-41		
	1.8 mg	1.6 mg	0.9 mg		

1mg/dあたりがペラグラになるかならないかの分かれ目=EAR

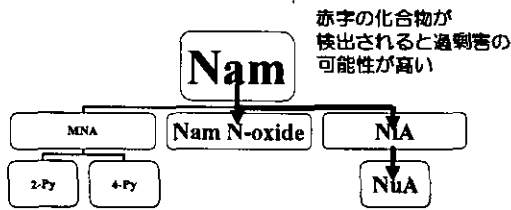
Trp, 230mg Nia, 5.7 mg NE, 9.5 mg 4.75mg/ 1000kcal	Day 2-13	Day 14-25	Day 26-41	Day 42-61	Day 62-95
	1.9 mg	1.5 mg	1.4 mg	1.3 mg	1.1 mg

MNA排泄量が1mg/dとなる  
ナイアシン当量摂取量=EAR

文献	被験者	MNA排泄量が1 mg/dとなるNE摂取量
Goldsmithら (1952)	5名の女性, 25-54歳	$12.6 \pm 3.0$ (23%) = 6.8 mg NE/1000 kcal
Goldsmithら (1955)	3名の女性, 26-60歳	$10.9 \pm 0.9$ (8%) = 4.9 mg NE/1000 kcal
Horwitzら (1956)	7名の男性, 30-65歳	$11.5 \pm 4.5$ (39%) = 4.9 mg NE/1000 kcal
Jacobら (1989)	7名の男性, 23-39歳	$11.3 \pm 4.6$ (41%) = 4.4 mg NE/1000 kcal

(EAR = 4.8 mg NE/1000 kcal)

## ULを求めるための方法



過剰になると、解毒のために、正常時とは異なる異化代謝経路が作動しはじめる。

## ビタミンの過剰害

過剰害は欠乏症  
の裏返し

## パントテン酸

欠乏症が現れない、  
尿中の排泄量の急激な  
増加も認められない。

↓ 健常者の摂取量から求める。  
(AI設定)

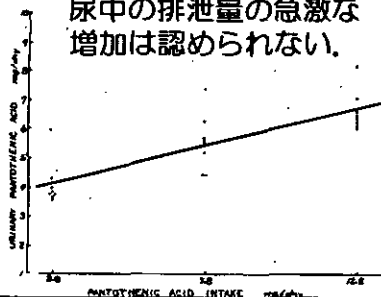
精度が低い

試験期間中の尿中総パントテン酸排泄量の変動

	1週間後	4週間後	7週間後	10週間後
PaAO群 (n = 6)	3.05 ± 1.20 (mg/d)	1.86 ± 0.39	1.07 ± 0.45	0.79 ± 0.17 欠乏症状 認められず
対照群 (n = 4)	3.95 ± 0.23 (mg/d)	4.42 ± 1.07	5.47 ± 0.64	5.84 ± 1.33

## パントテン酸摂取量と尿中への パントテン酸排泄量との関係

尿中の排泄量の急激な  
増加は認められない。



通常の食生活をしている人では、  
パントテン酸の欠乏は認められてい  
ない。これまでの報告から、成人にお  
けるパントテン酸の摂取量は概ね  
5mg/日である。この摂取量で不十分  
とするデータはない。

そこで、AIを5mg/日とする。

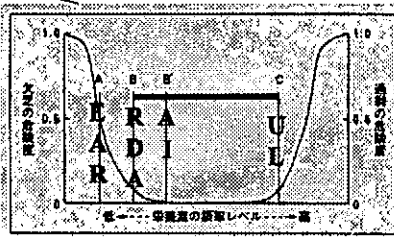
### 成人の値を幼児と子供に 当てはめる方法

■  $EAR_{child} = EAR_{adult} \times (F)$

■  $F = (Weight_{child}/Weight_{adult})^{0.75} \times (1 + \text{成長因子})$

年齢	成長因子
7ヶ月～3歳	0.30
4～8歳	0.15
9～13歳	0.15
14～18歳 (男)	0.15
14～18歳 (女)	0.00

### 個人の必要量を 推定するには？



個人の適正必要量は  
RDA～ULの間  
にある確率が高い

### 必要量の指標として何を用いるのか？

- |    |  |
|----|--|
| 血液 | <ul style="list-style-type: none"> <li>●一定値以上にはならない(体内には飽和量がある)。健康者では一定の値を示す。</li> <li>●必要量以下の摂取日が続き、欠乏症が顕在化する直前で、はじめて低下してくる。</li> <li>●欠乏の診断には適している。</li> </ul> |
| 尿  | <ul style="list-style-type: none"> <li>●摂取量の低下がすぐに反映される。欠乏の予防には適している。</li> <li>●排泄量は代謝量を反映しているので、基準値を示すことで、基準値に達した時の摂取量が適正必要量であると考えられることができる。</li> </ul>         |

20～22歳男女に食事摂取基準に従った食事を1週間投与し続けた時の血液と尿中の水溶性ビタミン値の概数

ビタミン名	血液	尿
B <sub>1</sub>	100 pmol/ml全血	500 nmol/d
B <sub>2</sub>	200 pmol/ml全血	700 nmol/d
B <sub>6</sub>	90 pmol/ml血漿	PIC: 3 μmol/d
B <sub>12</sub>	男:0.35 pmol/ml血清 女:0.50 pmol/ml血清	男: 100 pmol/d 女: 150 pmol/d
ナイアシン	60 nmol/ml全血	男:MNA+2-Py+4-Py = 80 μmol/d 女:MNA+2-Py+4-Py = 60 μmol/d

20～22歳男女に食事摂取基準に従った食事を1週間投与し続けた時の血液と尿中の水溶性ビタミン値の概数

ビタミン名	血液	尿
パントテン酸	2.5 nmol/ml全血	15 μmol/d
葉酸	男: 18 pmol/ml血清 女: 30 pmol/ml血清	20 nmol/d
ビオチン	8 pmol/ml血清	50 nmol/d
C	60 nmol/ml血清	200 μmol/d

### 今後の食事摂取基準策定の方向

ビタミンCの食事摂取基準の策定方法に準じる方向へ

欠乏症を予防するEARではなく、  
疾病予防の効果が期待できる量、  
すなわち生活習慣病のリスクの  
軽減が期待できる量 =  
RAI (Recommended Adequate Intake)

ビタミンCは体内の重要な抗酸化物質であり、  
心臓血管系の疾病予防にも関連している。  
疫学の研究から血漿のビタミンC濃度が  
50nmol/mL程度であれば、  
心臓血管系の疾病予防が期待できる。  
この濃度を維持できる  
ビタミンCの摂取量は100mg/日である。

寿命がつきるまで  
20歳代のままで  
生きる食生活の提示

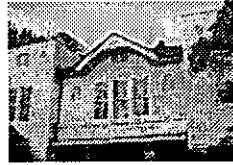


## 葉酸 —妊婦から高齢者まで—

平成15年11月22日  
高知女子大学



世界文化遺産  
姫路城



姫路工業大学環境人間学部  
食環境解析学教室

渡邊 敏明

## キーワード

- 葉酸
- 妊婦、高齢者
- 疫学調査
- ホモシステイン
- 神経管障害 (NTDs)
- 動脈硬化症
- サプリメント: 栄養補助食品
- 食事摂取基準

## ビタミンとは?

三大栄養素、ミネラルやホルモンとの違い  
は?

## ビタミンは

1. 不可欠である。
2. 微量で効果がある。
3. 有機物である。
4. 生体内で合成ができない。
5. エネルギーや体構成成分にはならない。

- エネルギー、食物繊維、タンパク質、  
脂肪エネルギー比
- ビタミン13種類(新規6種類)  
A, B1, B2, ナイアシン, C, D, E,  
B6, 葉酸, B12, ビオチン, パントテン酸, K
- ミネラル15種類(新規9種類)  
カルシウム、鉄、ナトリウム、カリウム、  
リン、マグネシウム、銅、ヨウ素、  
マンガン、セレン、亜鉛、塩素、フッ素、  
クロム、モリブデン

第六次改定で策定の  
対象となった栄養素

第六次改定栄養素の摂取基準 (ビタミン)

年齢	男性	女性	単位
0-1歳	400	400	IU
1-3歳	600	600	IU
4-6歳	700	700	IU
7-9歳	900	900	IU
10-12歳	1000	1000	IU
13-15歳	1200	1200	IU
16-17歳	1500	1500	IU
18-19歳	1800	1800	IU
20-24歳	2000	2000	IU
25-29歳	2200	2200	IU
30-34歳	2400	2400	IU
35-39歳	2600	2600	IU
40-44歳	2800	2800	IU
45-49歳	3000	3000	IU
50-54歳	3200	3200	IU
55-59歳	3400	3400	IU
60-64歳	3600	3600	IU
65-69歳	3800	3800	IU
70-74歳	4000	4000	IU
75-79歳	4200	4200	IU
80-84歳	4400	4400	IU
85-89歳	4600	4600	IU
90-94歳	4800	4800	IU
95-99歳	5000	5000	IU

### 葉酸とは

#### 特徴

野菜に多く含まれている水溶性ビタミン  
 核酸の合成、アミノ酸代謝  
 ヘモグロビンの生合成  
 腸粘膜の機能を正常に維持  
 細胞の増殖、成長

#### 欠乏症:

巨赤芽球性貧血、心悸亢進、息切れ、易労、眩暈、舌炎、  
 口角炎、癩病など

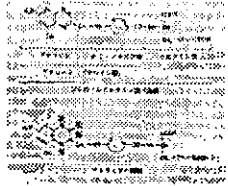
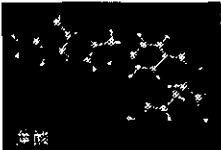
### 葉酸を多く含む食品

生うに	360	鶏レバー	1300
えだまめ(ゆで)	260	牛レバー	1000
モロヘイヤ	250	豚レバー	810
和蓮(ゆで)	190		
アスパラガス(ゆで)	180		
そらまめ(ゆで)	120		
ブロッコリー(ゆで)	120		
ほうれん草(ゆで)	110		
ライチ	100		
いちご	90		

μg/可食部100g

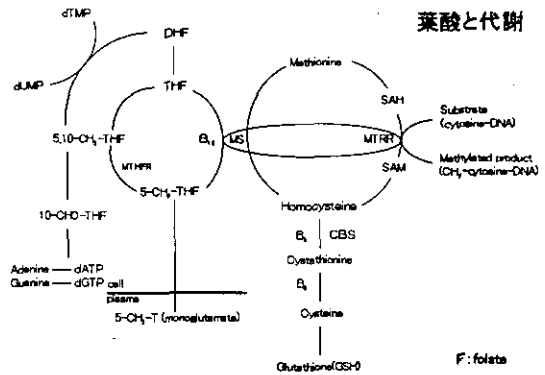
参考	
精白米	12
生かつお	6
豚ロース	1

### 葉酸の化学構造

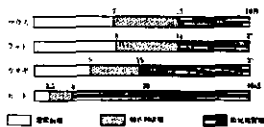


モノグルタミン酸型  
 PteGlu  
 ポリグルタミン酸型  
 PteGlu(n) (n=2-11)  
 THF  
 DHF, CH<sub>3</sub>-THF, CHO-THF  
 CH<sub>2</sub>-THF

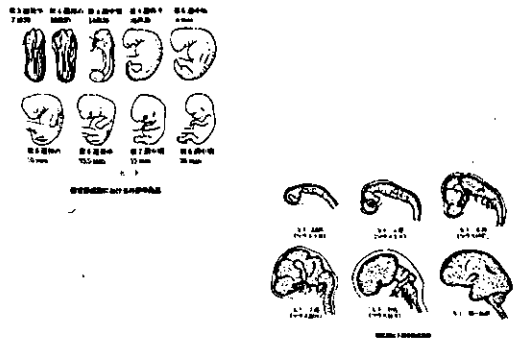
### 葉酸と代謝



### 妊娠と胎児の発育

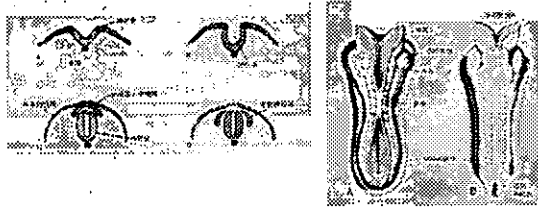


### ヒト胎児の発育



### 神経管障害とは

神経管の閉鎖不全により生じる先天異常

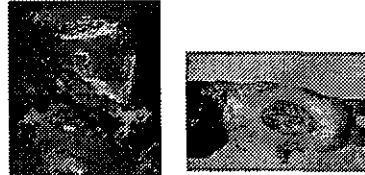


### 無脳症:

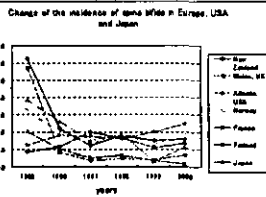
脳の形成が行われない

### 髄膜脊髄瘤:

髄膜と脊髄がヘルニアを起こしている  
ヘルニア部の皮膚が欠損している

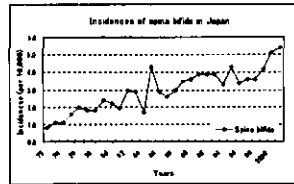


二分脊椎

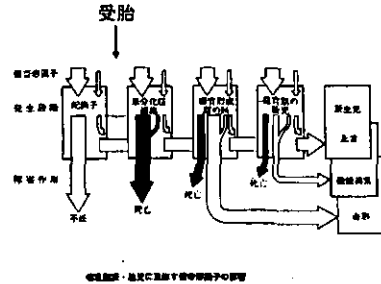


各国における二分脊椎の発症率の経年変化

妊娠中の葉酸不足:  
神経管閉鎖障害のリスクの増加  
胎児の発育遅延  
巨赤芽球貧血



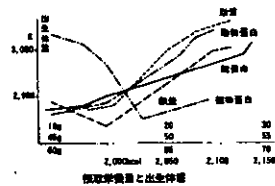
### 胎児発育に及ぼす影響



ヒト出生児に見られる先天異常の原因と発症比率

原因	発症率
染色体異常	30%
胎児の発育遅延	3%
先天性心疾患 (先天性心臓病)	1-2%
神経管閉鎖障害	1-2%
高血圧、化学物質	1%
多胎子	8%

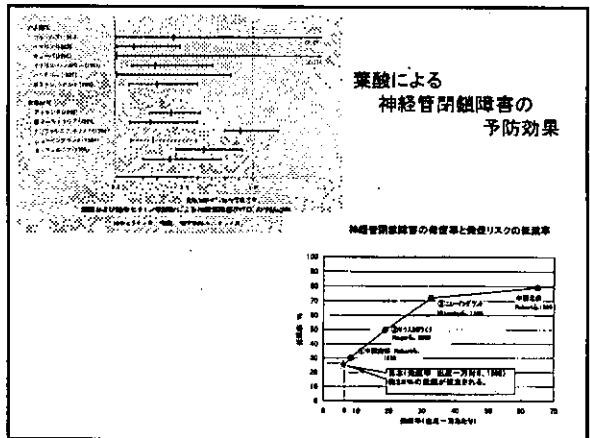
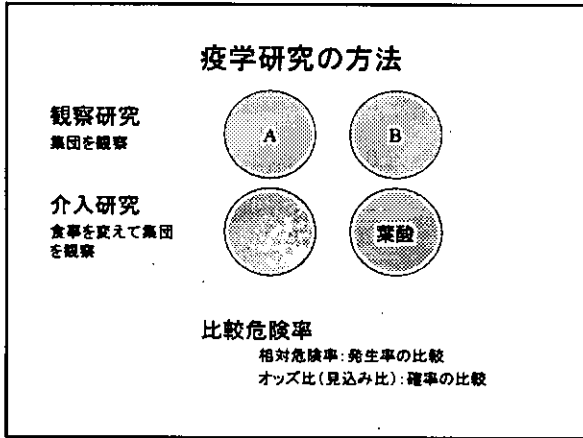
### 胎児の発育と先天異常



### 催奇形因子: 胎児に異常を 起こす因子

ヒトでの催奇形因子	発症率
1. 薬物	<ul style="list-style-type: none"> <li>サリチン酸: 四肢の短縮</li> <li>ジメチルシメチン: 胎児死</li> <li>タリウム: 四肢短縮、四肢神経障害</li> <li>マブリン (抗腫瘍剤): 四肢短縮、小脳、精神異常</li> <li>トリスチレン (胎児心臓病): 胎児死、心臓病</li> <li>アミノグリコシド (抗生剤): 聴覚、平衡</li> <li>スチロブチン: 胎児死、心アノミエリシス</li> <li>パルミチン酸: 胎児死、心アノミエリシス</li> <li>ホルムアルデヒド: 胎児死、四肢短縮、胎児心臓病</li> <li>イソプロパノール: 四肢短縮、四肢神経障害</li> </ul>
2. 放射線	<ul style="list-style-type: none"> <li>胎児死</li> <li>四肢短縮、四肢神経障害</li> <li>胎児心臓病、胎児心臓病</li> <li>胎児死、胎児心臓病</li> <li>胎児死、胎児心臓病</li> <li>胎児死、胎児心臓病</li> <li>胎児死、胎児心臓病</li> <li>胎児死、胎児心臓病</li> </ul>
3. 化学物質	<ul style="list-style-type: none"> <li>胎児死、四肢短縮、四肢神経障害</li> <li>胎児死、四肢短縮、四肢神経障害</li> <li>胎児死、四肢短縮、四肢神経障害</li> <li>胎児死、四肢短縮、四肢神経障害</li> <li>胎児死、四肢短縮、四肢神経障害</li> <li>胎児死、四肢短縮、四肢神経障害</li> <li>胎児死、四肢短縮、四肢神経障害</li> <li>胎児死、四肢短縮、四肢神経障害</li> </ul>

ヒト: 約50種類  
実験動物: 500種類



- ### 葉酸と神経管閉鎖障害に関する経過
- '91 Medical Center (UK), CDC (USA)  
4mg葉酸: NTDの再発リスクの低減
  - '92 CDC (USA)  
0.4mg葉酸: NTDの発症リスクの低減
  - '93 Medical Guidelines for NTDs (UK)  
USA, Australia, Canada, New Zealand, South Africa
  - '96 穀類への葉酸添加の勧告(USA)
  - '98 140 μg/100g添加開始, NTD発症率50%低減
  - '98 Dietary References Intakes  
RDA 400 μg/day for men and women  
RDA 600 μg/day for pregnancy
  - '99 厚生省研究班(NTD)
  - '99 第六次改定日本人の栄養所要量  
成人: 200 μg/日  
妊婦: 400 μg/日
  - '00 厚生省からの勧告  
野菜350g/日、適正な食事を勧告

### 動脈硬化症とは

血管が老化し、血液の流れが悪くなる病気で、  
血管の病気の原因となる。

