

高木兼寛の脚氣の研究と現代ビタミン学

ここに取り上げる高木兼寛の脚氣に関する英文論文は全部で4つ、すべて Sei-I-Kwai Medical Journal に投稿されたものである。御承知のようにこの Journal は現在の慈恵医大誌の前身であり、当時は英文論文も掲載していたものである（わが国唯一の国際欧文誌であった）。これらの論文を読みなおし、高木の医学に対する情熱を肌で感じることも、同じ医学者として必要なことではなかろうか。彼の人生の中で最も悩み、喜び、そしてなんとしても世界の医学者に聞いてもらいたかったのは、これらの論文であったはずだからである。

本項では高木の論文を主軸にしてその偉大な業績の歴史的意義を解説、論評してみたい。

1. 脚氣の栄養欠陥説を提出

序

医学者としての高木兼寛（1849-1920）の業績のなかで、国際的に高く評価されているのは、何といてもビタミン発見への糸口をつくった、彼の脚氣に関する研究である。

そもそも脚氣は日本および東南アジアに多発した病気で、米を主食とする国に多くみられたものである。わが国では平安時代の書物にすでに脚氣の記載があり、俗に“あしのけ”と呼んだという。江戸時代になると江戸に脚氣が大流行し（1688-1763）江戸煩^{エドヤミ}とよばれた。そのうち、京都、大阪にも続発し

た。明治に入っても脚気は全国に蔓延し、日本の医学の大きな問題になったので、1878 年内務省は東京府に脚気病院を設置し、その原因と治療法の解明を急いだ。この病院では洋方医と漢方医とで、それぞれ療法を試み効果を比較したが、そのいずれにも優越した成績はみられなかった。1882 年にこの病院は廃止された。

高木は海軍の命により英国セント・トーマス病院医学校にこの間（1875-1880 年）留学しているので、脚気病院での出来事はほとんど知らない。彼は帰国（1880 年 11 月）するや直ちに東京海軍病院院長を命ぜられた。実際に仕事についてみると、脚気患者のあまりに多いのにあらためて驚くとともに、このときから本格的に脚気の研究をはじめるのである。海軍軍医として、また一医師として、軍人のみならず日本人の多くを苦しめている脚気の撲滅に全精力をかたむけることを決意するのである。

まず彼が脚気の原因の探究のために採用した方法は疫学的方法といわれ当時としては極めて画期的なものであった。病気の原因を生活環境（衣食住）の調査から始めるというものである。そして実際に軍隊の衣食住と脚気発生との関係について徹底的に調査したところ、衣と住には脚気をうらづけるような事象が見いだせなかったが、ようやく食には関係がありそうだということが分かってきたのである。その根拠の一つとなったのは練習艦 筑波 の二度にわたる航海での脚気発生に関する報告書であった。一度目は 1875 年 11 月品川を出発、アメリカ・サンフランシスコに碇泊した後帰国したものであり、二度目は 1878 年 1 月に出発して、オーストラリア・シドニーに碇泊した後帰国したものであるが、いずれの場合にも、港に碇泊している間は脚気患者の発生は皆無で、再び航海が始まると急増してくる事実が書かれていた。つまり外国の港に碇泊している間は、そこで求めた洋食（パン・肉食）を食べているので、患者の発生がなかったのではないかと推測できるのである。高木はこれに勇気を得、さらにこれを裏づけるために、当時の海軍の兵士について階級と患者の発生との関係をしらべた。階級によって食事に費やす費用がちがうからである。脚気患者の一番多いのは囚人であり、水兵、下士官と漸減し、将校になるとほとんど見当たらないことが分かってきた。囚人に与え

られる食費は普通の水兵の半分であり、階級の上の者つまり高給とりに患者が少ないことは食事の質が重要であることを示している。

彼は脚気の原因は食物の内容にあるという確信を深め、ただちに海軍の食糧改善にのり出した。苦労の後、そのための食糧給与概則を制定すると同時に1884年2月からそれを実施させることに成功した。すなわちそれまでの食費支給に代わって現物支給にしたうえに、白米飯を排し、パン、麦飯を給し、さらに肉類を増やしたのである。その甲斐あって1884年度は脚気患者は激減し、翌1885年には全く姿を消すに



脚気の研究を始める頃の高木兼寛

至るのである。ここに掲載する論文I, IIはこの減少していく様子を世界に初めて披露する、彼の最も得意とするものである。脚気の原因についての机上の憶測が横行するなかで、それを実証的に栄養の欠陥に求めたこの論文はいくら高く評価しても高すぎることはない。

それにしても、このユニークな研究方法はどこからきたのであろうか。まずその一つはイギリス留学から学んだ社会医学的方法の影響によるものと思われる。Table 1の年表が示すように、彼が帰国後脚気の研究を始めるころは、栄養学、生化学のみならず医学全体が分析的方法で研究が推進されつつあった。ところが彼はこの分析的方法の影響をほとんど受けていない。このことが脚気の研究を始めるにあたって返って有利に作用することになった。彼のヨーロッパへの留学がドイツやフランスでなく、他ならぬイギリスであり、さらに研究者としてでなく一介の医学生としてであったことと無関係ではなさそうである。もし彼がドイツに、研究者として留学していたら、当時、日の出のいきおいで発展しつつあった細菌学やその分析的方法の影響をう

け、帰国後も、北里柴三郎や志賀潔のように留学地からの研究法を踏襲することになったのではなかろうか。脚気を研究したにしても、後に問題になる“脚気菌”の分離、同定といった不毛の泥沼に入り込む可能性は十分あったはずである。この意味では一介の医学生として、しかもイギリスへの留学は幸いであった。しかし反対に（欲を言えばきりがないが）一介の医学生なるが故にマイナスの面もないわけではない。というのは、イギリスでは海洋国なるがゆえに古くから船員、水兵の壊血病になやまされ、その原因が野菜、果実の不足によることがすでに明らかになっていたのである。しかも軍医ブレインらの建言によって1804年以来海軍食に柑橘類の汁（ライム汁）を加えることによって、壊血病を根絶した伝統がすでにあったのである。高木はこのことを脚気の予防法のヒントとして全く利用していない。もし、脚気の治療という目的意識をもった研究者としてイギリスに留学していたら、おそらくこのことを耳にし、また文献に接することもあったであろう。彼の脚気の栄養欠陥説も、もう少し早くしかもかなりの確信をもって彼の頭をよぎったのではなかろうか。

ではとりあえず彼の最初の論文から紹介することにする。

論文 I

脚気の原因と予防について*¹⁾

高 木 兼 寛

英国外科医師会会員
日本帝国海軍軍医大監

過去 (1881 年以來の)* 4 年間にわたる多くの研究によって、脚気 (ペリペリ) は食物中の含窒素性物質 (蛋白質)* が過少であると同時に炭水化物が過多である場合におこるものであり、その他の原因はあり得ないことがわかった。すなわち健康を維持するためには、食物中の窒素と炭素の比率が、1 対 15 (標準比) であるべきなのに、含窒素性物質の過少と炭水化物の過多のためにこの値から大きく逸脱することが脚気の原因になると結論できる。この結論を立証するために、次のような事実を挙げることができる。

I. 動物組織の形成とその消耗に関係ある諸成分は、適切な相対比 (窒素対炭素)* をもつ食物で補給されねばならない。例えば、窒素と炭素の相対比が 1 対 15 の食物が好ましい。重労働の成人男子では体重一貫目 (1,042 ドラム*²⁾) 当たり、少なくとも 1 日 23 グレン*²⁾ の窒素の供給が必要であるので、15 貫目 (15,630 ドラム) の人には最少 345 グレンの窒素が必要となり、また最少必要炭素量はちょうどその 15 倍 (5,175 グレン)* である。細心の研究によって脚気患者の摂取食物は窒素過少、炭素過剰であり、その相対比はなんと 1 対 28 ないしそれ以上であることが分かった。

II. 練習艦 龍驤 が士官を含む 376 名の乗員をのせて航海に出た (1882 年、

*¹⁾ On the Cause and Prevention of KAKKE: K. TAKAKI, F.R.C.S., Director-General I.J.N.: Supplement to the Transactions of the SEI-I-KWAI, or Society for the Advancement of Medical Science in Japan. Transactions No. 49, Supplement No. 4, April, 1885, pp. 29-37.

* 訳者が参考のために加えた注意書き

*²⁾ 訳者注: ドラム=3.88 グラム, グレン=0.0648 グラム

論文 I

12月)*。その航路はまず品川（江戸湾）から、ニュージーランドのウェリントン、チリのバルパレイソー、ペルーのカラオを経て、サンドウッチ島のホノルルへ、そこから再び品川へ帰還する全旅程 272 日を要するものである。この航海中 169 名の脚気患者を出し、そのうち 160 名は水兵であり、ホノルルに着くまでに 25 名が死亡した。この出来事が一大警鐘となり、結果的に海軍省特別調査委員会で慎重に検討することになった。そして食物中の窒素と炭素の相対比、ならびにそれらの摂取量が下表（「ホノルル到着前」の表）のようであったことが分かった*³⁾。

この航海中における脚気の発生、消失についての注意深い調査は、含窒素

ホノルル到着前				
階 級		窒素 1 日摂取量	炭素 1 日摂取量 (グレン)	相対比
水	兵	189	5,497	1 対 28
士官候補生		241	6,331	1 対 25
準 士 官		280	5,902	1 対 20
士	官	359	7,578	1 対 20

ホノルル到着後				
階 級		窒素 1 日摂取量	炭素 1 日摂取量 (グレン)	相対比
水	兵	286	4,881	1 対 16
士官候補生		325	4,772	1 対 11
準 士 官		365	4,707	1 対 11
士	官	437	5,901	1 対 11

*³⁾ 訳者注：ホノルル到着後、それまでの食料を全部廃し、以後上の「ホノルル到着後」の表に示す食事（パン食、肉食）に変えたところ脚気患者は全員全治し無事品川に帰港することができた。

物質が少なく、炭水化物が過剰である場合には常に脚気が現れ、これの反対の場合には常に脚気は減退するか全くなくなることが分かった。

III. そこで練習艦 *筑波* は、窒素・炭素相対比 1 対 15 の食物（洋食）* を積載し、*龍驤* と同じコースをたどるために出発した（1884 年、2 月）*。ただ、窒素、炭素 2 成分の実際に摂取された相対比は 1 対 15 に近い 1 対 17 で、1 日平均窒素 450 グレン、炭素 7,650 グレンであった。

この場合、287 日の全航海過程で、4 人の士官候補生と 10 名の水兵が脚気にかかったに過ぎなかった。しかも 4 人の士官候補生にしても他の候補生が 1 週間に 1 ポンド摂っていたコンデンスミルクを飲用できなかったものであった。また水兵 10 名中 8 名は肉類を嫌って摂らなかったものであった。このように脚気にかかったものと、かからなかったものとの間には栄養の明確な相違があったのである。この全航海中脚気で死ぬ者は一人もいなかった。

IV. 1883 年の海軍食は窒素、炭素比が 1 対 28 であった。これは窒素が著しく少なく、炭素が著しく多かったことを示している。1884 年には食事を改善して窒素を著しく増加し（まだ必要量には達していないが）、炭素もやや増加した。窒素の増加の方が大きいため、食物中の両成分の相対比は 1 対 20 になった。次頁の表は、相対比が 1 対 28 の 1883 年度より 1 対 20 の 1884 年度の方が脚気患者数および死亡者数においてともに減少したことを示している。

金剛、*日進*、*春日*、*肇敏* での脚気患者数は例外的に 1883 年より 1884 年の方が多くなっているが、他の艦ではすべて少なくなっている。*金剛* の数字は何かの間違いであろう。*日進* と *春日* の水兵は艦中にいずに陸上に居住していたので、それらを比較するのは無理である。したがって本当に増加したのは *肇敏* だけであるが、それでも 1883 年に 5 人の死亡者を出していたのが、翌 1884 年には 1 人も出していない。

1884 年の脚気死亡者数は 1883 年の 1/6 より少なく、1884 年の脚気患者死亡パーセントは 1883 年の 2/6 より小さい。

論文 I

日本帝国海軍の脚気患者の発生数の比較

1883 年

軍 艦	兵員数	患者数	兵員に 対する パーセント	死亡者数	兵員に 対する パーセント	脚気患者に 対する パーセント
扶 桑	324	74	22.84	0	0	0
金 剛	270	53	19.63	1	0.37	1.89
比 叡	275	71	25.82	1	0.36	1.41
龍 驤	278	161	57.91	25	8.99	15.43
筑 波	262	32	12.21	0	0	0
東	62	7	11.29	0	0	0
富士山(含関連労務者)	852	303	35.56	11	1.29	3.63
浅 間	257	60	23.35	0	0	0
清 輝	132	22	16.67	0	0	0
天 城	127	15	11.81	0	0	0
日 進	153	6	3.92	0	0	0
春 日	113	12	10.62	0	0	0
摂 津	220	55	25.00	2	0.90	3.42
肇 敏	158	48	30.38	5	3.16	10.64
磐 城	89	19	21.35	0	0	0
孟 春	73	0	0	0	0	0
第 二 丁 卯	75	11	14.67	0	0	0
雷 電	73	14	19.18	0	0	0
水 平 屯 営	370	92	24.21	4	1.05	4.35
鎮守府・警備隊	88	10	11.36	0	0	0
囚 人	113	78	69.80	0	0	0
海 軍 音 楽 隊	89	7	7.90	0	0	0
水 雷 事 務 局	82	8	8.76	0	0	0
海 軍 大 学	71	40	56.34	0	0	0
機 関 学 校	20	11	55.00	0	0	0
医学学校および計理学校	47	3	6.38	0	0	0
総 計	4,638	1,212	25.88	49	1.05	4.04

[illegible]

1884 年

軍 艦	兵員数	患者数	兵員に 対する パーセント	死亡者数	兵員に 対する パーセント	脚気患者に 対する パーセント
扶 桑	348	7	2.01	0	0	0
金 剛	265	55	20.75	1	0.37	1.82
比 叡	272	28	10.29	0	0	0
龍 驤	294	102	34.69	4	1.36	3.92
筑 波	291	19	6.52	0	0	0
東	96	9	9.38	1	1.04	11.11
富士山(合関連労務者)	598	85	14.21	1	0.17	1.18
浅 間	259	16	6.18	0	0	0
清 輝	128	1	0.78	0	0	0
天 城	131	0	0	0	0	0
日 進	144	21	14.58	0	0	0
春 日	118	13	11.02	0	0	0
摂 津	197	15	7.61	0	0	0
肇 敏	170	70	41.18	0	0	0
磐 城	91	5	5.49	0	0	0
孟 春	78	0	0	0	0	0
第 二 丁 卯	76	8	10.53	0	0	0
雷 電	69	6	8.69	0	0	0
水 平 屯 営	519	77	14.84	0	0	0
鎮守府・警備隊	83	1	1.20	0	0	0
囚 人	129	73	56.55	1	0.78	1.37
海 軍 音 楽 隊	74	5	6.76	0	0	0
水 雷 事 務 局	130	5	3.85	0	0	0
海 軍 大 学	83	18	21.69	0	0	0
機 関 学 校	38	10	26.32	0	0	0
医学校および計理学校	57	3	5.27	0	0	0
総 計	4,705	652	13.86	8	0.17	1.23

論文 I

V. 1884 年 4 月から海軍病院では窒素，炭素が 1 対 15 の病院食を供給することになり，次表のように脚気治療によい結果を与えた。

	1883	1884	減少
入院患者数	333	157	176
入院総延日数	22,534	9,101	13,433
一人当入院日数	67.66	57.97	9.69

VI. 1884 年に全海軍の脚気患者数と死亡者数が著しく減少したことを，次の表はよく示している。

過去 7 年間の日本帝国海軍の脚気患者数					
年次	兵員数	患者数	患者 パーセント	死亡者数	死亡者 パーセント
1878	4,331	1,485	34.29	32	2.15
1879	4,924	1,978	40.17	57	2.88
1880	4,808	1,725	35.88	27	1.76
1881	4,528	903	19.94	25	2.76
1882	4,677	1,894	40.49	51	2.69
1883	5,166	1,292	25.01	49	3.79
1884	5,500	706	12.84	8	1.13

VII. 基本食品中の窒素，炭素の相対比を次の表に示す。

		窒 素	炭 素
白	米	1	50.28
小	麦	1	22.23
パ	ン	1	21.76
牛	肉	1	6.18
魚	肉	1	4.55
大	豆	1	4.20
豌	豆	1	10.73
大豆からの味噌		1	6.49
野	菜	1	41.37

VIII. 種々な食物献立はその窒素量および炭素量，ならびにその相対比を大きく変えるが，そのいくつかの例を次に示す。

第1例では窒素量はその最少必要量 (345 グレン) より 124 グレン少なめであり，炭素量はその最少必要量 (5,175 グレン) より 1,351 グレン多めである。したがって相対比は標準値 (1 対 15)* より著しく大きくなり，この組み合わせは抗脚気食としては不満足なものである。

第2例は，窒素も炭素も最少必要量をわずかしこ超えていないが，動物性食品を含まない組み合わせとして，大変よろしいものの一つである。

第3例は，窒素が最少必要量より 83 グレン少なく，炭素がそれより 1,117

(1)

(ドラム)		窒素 (グレン)	炭素 (グレン)
白 米	250	115	5,793
味 噌	31	29	187
野 菜	104	5	240
大 豆	21	72	306
合 計		221	6,526
相 対 比		1 対	29.5

論文 I

(2)

	(ドラム)	窒素 (グレン)	炭素 (グレン)
大 麦	250	254	5,020
味 噌	31	29	187
野 菜	104	5	249
大 豆	21	72	306
合 計		360	5,753
相 対 比		1 対	15.9

(3)

	(ドラム)	窒素 (グレン)	炭素 (グレン)
白 米	183	80	4,055
大 麦	75	76	1,509
味 噌	31	29	186
野 菜	104	5	240
大 豆	21	72	306
合 計		262	6,292
相 対 比		1 対	24

(4)

	(ドラム)	窒素 (グレン)	炭素 (グレン)
白 米	150	69	3,476
大 麦	100	102	2,012
味 噌	31	29	182
野 菜	104	5	242
大 豆	21	72	306
合 計		277	6,221
相 対 比		1 対	22.4

グレン過剰であり、その相対比は第1例ほど大きくはなく、少しはましであるが、この組み合わせはまだ不十分である。

第4例は、最少必要量より窒素は68グレン少なく、炭素は1,146グレン多いものであり、相対比は第3例よりはよいが、まだ組み合わせが不十分である。

第5例は、窒素が54グレン少なく、炭素が1,114グレン多すぎるもので、したがって相対比は第4例よりはよいが、組み合わせはまだ不十分である。

第6例は、窒素が最少必要量より51グレン多く、炭素がそれより274グレン少ないもので、相対比が標準値以内になっており、この組み合わせは大変

(5)

	(ドラム)	窒素 (グレン)	炭素 (グレン)
白 米	125	58	2,941
大 麦	125	127	2,515
味 噌	31	29	185
野 菜	104	5	245
大 豆	21	72	306
合 計		291	6,189
相 対 比		1 対	21

(6)

	(ドラム)	窒素 (グレン)	炭素 (グレン)
パ ン	192	130	2,840
牛 肉	104	263	1,623
野 菜	64	3	144
砂 糖	16	0	374
合 計		396	4,981
相 対 比		1 対	12.5

論文 I

良好である。

第 7 例は、窒素が最少必要量より 65 グレン多く、炭素がそれより 2,572 グレン過剰であるが、相対比は標準値よりそれほどはなれず、組み合わせもかなり良い。

第 8 例は、窒素、炭素がそれぞれ 82 グレン、1,910 グレン最少必要量より多く、相対比も標準値に近いので、この組み合わせは大変良好である。

第 9 例は、窒素、炭素が最少必要量よりそれぞれ 50 グレン、1,410 グレン多いもので、相対比は第 8 例に近く、したがってこの組み合わせも大変良好である。

第 10 例は、窒素が最少必要量より 30 グレン少なく、炭素がそれより 1,710

(7)

	(ドラム)	窒素 (グレン)	炭素 (グレン)
白 米	250	115	5,793
牛 肉	104	213	1,623
野 菜	64	3	144
味 噌	31	29	187
合 計		410	7,747
相 対 比		1 対	19

(8)

	(ドラム)	窒素 (グレン)	炭素 (グレン)
白 米	125	58	2,941
大 麦	125	127	2,515
牛 肉	83	210	1,298
野 菜	64	3	144
味 噌	31	29	187
合 計		427	7,085
相 対 比		1 対	16

(9)

	(ドラム)	窒素 (グレン)	炭素 (グレン)
白 米	83	38	1,930
大 麦	166	170	3,343
牛 肉	62	158	974
野 菜	64	3	144
味 噌	31	29	187
合 計		395	6,585
相 対 比		1 対 16	

(10)

	(ドラム)	窒素 (グレン)	炭素 (グレン)
白 米	250	115	5,793
魚 肉	104	168	741
野 菜	64	3	144
味 噌	31	29	186
合 計		315	6,865
相 対 比		1 対 22	

(11)

	(ドラム)	窒素 (グレン)	炭素 (グレン)
白 米	125	58	2,941
大 麦	125	127	2,515
魚 肉	83	134	593
野 菜	64	3	144
味 噌	31	29	187
合 計		351	6,380
相 対 比		1 対 18	

論文 I

(12)

	(ドラム)	窒素 (グレン)	炭素 (グレン)
白 米	83	38	1,931
大 麦	166	170	3,353
魚 肉	62	101	444
野 菜	64	3	144
味 噌	31	29	184
合 計		341	6,059
相 対 比		1 対	18

グレン多いもので、相対比は標準値よりずっと大きくなり、したがってこの組み合わせは不満足なものである。

第 11 例は、窒素、炭素が最少必要量よりそれぞれ 6 グレン、1,205 グレン多く、したがってその相対比は標準値に近く、この組み合わせはかなり良い。

第 12 例は、窒素が最少必要量より 4 グレン少なく、炭素が 1,884 グレン多い例で、相対比は第 10 例に近いが、組み合わせはかなり良い方である。

上に示した例から分かるように、食品の違った組み合わせが、窒素、炭素の相対比を大きく変えることはもはや確実である。

上述の事実から、脚気は食品のよい組み合わせによって、完全に予防できると結論できる。例えば第 2, 6, 7, 8, 9, 11, 12 例の組み合わせ、なかでも第 2, 6, 8, 9 例の組み合わせはとくに抗脚気食物としてすぐれている。

論文 II

日本帝国海軍における 1878 年から 1886 年までの
脚気患者についての特別報告*⁴⁾

高 木 兼 寛

英国外科医師会会員
日本帝国海軍軍医総監

下の表を概観すると、最後の 2 年間 (1885, 1886)* に脚気患者が激減しているのにすぐ気がつく。この減少の原因については 1884 年 2 月以降の食事の

1878 年から 1886 年までの日本帝国海軍における脚気患者についての特別報告*⁵⁾

年次 月	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886
1 月	—	—	—	—	—	9	8	1	0
2 月	—	—	—	—	—	13	2	0	0
3 月	—	—	—	—	—	23	13	2	0
4 月	—	—	—	—	—	39	15	1	0
5 月	—	—	—	—	—	98	36	0	0
6 月	—	—	—	—	—	290	91	1	0
7 月	—	—	—	—	—	220	135	2	0
8 月	—	—	—	—	—	203	168	1	3
9 月	—	—	—	—	—	158	131	0	0
10 月	—	—	—	—	—	70	44	1	0
11 月	—	—	—	—	—	42	14	0	0
12 月	—	—	—	—	—	7	4	0	0
総計	1,485	1,978	1,725	1,163	1,929	1,172	661	9	3

注. 1878 年から 1882 年までは患者発生数が月別にしらべられていないので、この 5 年間は総計だけで示してある。

*⁴⁾ Special Report of KAKKE Patients in the Imperial Japanese Navy from 1878 to 1886; KANEHIRO TAKAKI, F.R.C.S., Medical Director-General: The SEI-I-KWAI Medical Journal. Whole No. 63, No. 4, April, 1887, pp. 73-74.

論文 II

9 年間の脚気患者の死亡数*5)									
年次	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886
死亡数	32	57	27	30	51	49	8	0	0

改善の成果であるとしか、考えようがない。

さらに驚くべきことは、この 2 年間にみとめられる数名の脚気患者ですら詳しくしらべると、この食事改善の恩恵をこうむっていない人の間で発生していることである。

*5) この表の数値には論文 I の表の数値と一致すべきものがあるが、いくつかは一致していない。理由は不明。

高木の栄養欠陥説と現代ビタミン学

これら2つの論文をまとめると次のようになるであろう。人間の健康を維持するためには、食物中の窒素、炭素の比が1対15である必要がある。ところが脚気患者が摂っている食物をしらべると、その価が1対28とか、それ以上の価である。これを改善して1対15に近い食物を患者に与えると明らかに良くなっていく。また航海中食物の窒素・炭素の比がこれを大きく逸脱する時は、脚気患者が続出し、死亡者も増えるが、これを1対15に近づけると、脚気患者の発生はみられなくなる。さらに全海軍の食糧を改善して、窒素・炭素比を1対20にしてからは(1884年以降)、脚気患者が激減し、それによる死亡者もいなくなった。これらのことを勘案すると脚気を予防ないし治療するためには、食物の窒素・炭素比を1対15に近づけることが最も重要なことである。終わりに参考のためにいくつかの献立を示し、その中で窒素・炭素比から考えて抗脚気食としてすぐれたものの例をいくつか挙げてみる、ということになろう。

高木が脚気の研究を志したころは海軍の脚気罹病率は夥しいもので、例えば1877年以前では海軍総人員1,552名に対して年間延罹病者は実に6,344名という驚くべき数字が残っている。つまり同一人が年間4回以上脚気に罹っているということである。当時、脚気は海軍のみならず、陸軍でも同様であり、また一般国民も同様の状態であった。いうならば脚気は当時の難病ないし国民病というべきものであった。高木はこのような難病に勇敢に立ち向かい、その調査研究から自己独自の病因論を提案し、その病因論にしたがった治療を行って、さしもの国民病を根絶して行ったのである。

このことが如何に優れていたかは、かつての壊血病とその治療という、これに似た例について比較するとよくわかる。果実、野菜に抗壊血病作用があるらしいことが分かってからでもロンセウス(オランダ, 1565)、ウダル(イギリス, 1639)、バックストロム(ポーランド, 1734)、リンド(イギリス, 1747)らの著名な研究者を経て少しずつそのことが確実になり、最終的にイギリス海軍軍医ブレインが海軍当局に建言して海軍兵食に柑橘類の汁を加えるよう

規定させたのが1804年であった。ロンセウスからかぞえて340年、その間の著名な科学者だけでも5人も要したのである。高木が短期間にすぐれた成果をあげたことがよくわかる。それだけに、高木が1880年帰国後4年間の彼の調査研究ははげしいものであったに違いない。そのことは25年後コロンビア大学や母校セント・トーマス病院医学校で行った3日間の連続講演で、実に生き生きと詳しく語っていることから分かるのである。ここに紹介した論文Iの最初のフレーズ“過去4年間にわたる数多くの研究”や“食事以外の原因はあり得ない”は、その苦労から生まれた確信ある結論なのであろう。

少し余談になるが、高木のこの自信はしかし綿密な調査研究からのみ与えられたものとは考えがたい。自信のかなりの部分は、彼のもって生まれた天性によるように思われる。例えば論文Iに、食事改善(1884年)後の脚氣患者数とそれによる死亡者数の減少を示す表(52頁の表、過去7年間の日本帝国海軍の脚氣患者数)が出されているが、改善後のデータといってもなんと1884年一年だけなのである。1884年度はたしかに死亡者が8名に減ってはいるが、患者数706名は1881年の903名と比べて大差なく、また死亡率も1.13%と小さくはなっているが、1880年の1.76%とどれほどちがうだろうか。凡俗な研究者であつたらあと1~2年待って、より確かにして発表するところであろう。ここで躊躇することなくあえて発表する自信というものは、すぐれた先駆者に与えられる“啓示”に近いものかも知れない。そのような例として思い出すのは化学における基本法則「定比例の法則」を発見したプルースト(1754-1826)のことである。彼の場合も得ていた実験値は誤差が20%にもおおよぶもので、小心な化学者では到底あのような大胆な結論を出せるようなものではなかったという。しかし彼には神の啓示にも似た、端倪すべからざる自信があつたといわれる。高木にも論文IIに発表することになる1885年、1886年2か年の劇的な好結果は、論文Iを書く時点つまり1885年4月以前にすでに確信をもって予知されていたのかもしれない。

さて、現代の栄養学からいって脚氣がビタミンB₁の欠乏によって発症することは常識であり、もはや疑う余地はない*⁶⁾。また高木がみていた脚氣、つ

*⁶⁾ このような常識もかつての島園順次郎や大森憲太らの地道な研究に負うところが

まりまだビタミン B₁ が発見される以前に診断された脚気と発見後の脚気と同じものであることもまた当然である。したがって高木がみていた脚気もビタミン B₁ の欠乏によって発症していたことは間違いなからう。しからばビタミン B₁ 欠乏でおきた脚気が食物の窒素・炭素比を変えただけで、どうして根絶されたのであろうか。不思議なことである。

この疑問を解くために、高木が例としてあげた (1) から (12) までの献立を現在の栄養分析表を使って、そのカロリーとビタミン B₁ 量を算出してみた。カロリーはすべて共通して 4,000 kcal に統一してあり*7), またビタミン B₁ 量は Fig. 1 に示す通りであった。驚いたことにこの図から分かるように高木が窒素・炭素比から推薦する献立は、大凡ビタミン B₁ 量も多く、彼がとく

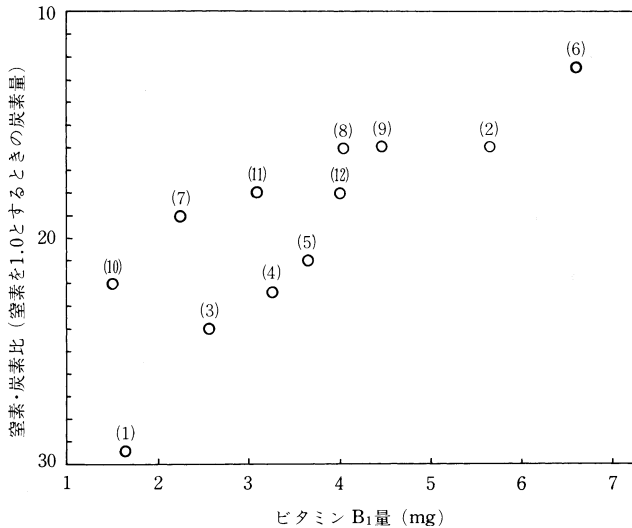


Fig. 1. 高木の窒素・炭素比とビタミン B₁ 摂取量との相関
図中の番号は論文 I の献立の番号

大きい。

*7) したがって高木が利用したパークスの衛生学の分析表はすぐれたものといえる。また、この 4,000 kcal は非常に大きく、今日では重労働者の消費熱量に相当する。

に推奨する (6), (2), (9), (8), (12) はビタミン B₁ 量からいってもとくにすぐれていることである。また高木が好ましくない例としている献立は、4,000 kcal に対応するビタミン B₁ 最低必要量^{*8)}に近いものが多く、これまた好ましくないことになる。

高木が含窒素物質といっているものは今日の表現では蛋白質ということであろう。したがって窒素・炭素比を改善するというのは (カロリーを 4,000 kcal でおさえているので) 蛋白質を多くし炭水化物を減らすことになる。脚氣に関する高木の説がビタミン学説と現象的に符合するのは食物中の蛋白質とビタミン B₁ 含量とがある程度相関するからであろう。ある程度にしろこの両者が相関するのは次のような因果によるのではないかと考えられる。すなわち、一般に代謝のさかんな組織には酵素蛋白をふくめ蛋白質が多いものであり、そこでは酵素蛋白に平行して補酵素も多いはずである。ビタミン B₁ も生体内では補酵素の形をはじめ蛋白質と結合する形のもので多いので、結局のところ蛋白質の多い食物にはビタミン B₁ も多いことになるのであろう。高木の脚氣の治療食つまり窒素を多く炭素を少なくした食物は、現代生化学からみると実はこのようにビタミン B₁ が多く、それによって治療効果を発揮することが出来たのではないかと考えられるのである。

しかし、この蛋白質とビタミン B₁ 量との相関は、あくまでも偶然であるから、もし純粋な蛋白質、脂肪、炭水化物、無機質で動物を飼育したら (当時このような実験はルーニンらによって始められていた。Table 1 参照)、蛋白質と炭水化物をどのような比率で混合しようとも動物は必ず脚氣 (その他の栄養欠陥病) になっていたはずである。そして高木の学説は実体論的には間違っていたことが明らかになったに違いない。しかし、このような動物実験の先には、苦勞の末にビタミン発見の榮譽が待っていたかもしれない。動物実験をそれほど好きでなかった高木がそこまで行こうとしたかどうかは分からないが、行こうとしなかった現実の方が彼個人にとってははしあわせだったかも知れない。何故なら、そこまで行かなかったお陰で、彼がよく口にした

*8) ビタミン学, 佐橋佳一編, 金原出版 (1956) より。

という“脚気の予防が確立されたからには、それ以上原因について研究する必要はあるまい”とながく言い続けることができたからである。

2. 栄養欠陥説の確認

序

1の序でも述べたように、高木兼寛はイギリス留学から帰国すると、その翌1881年から海軍の脚気の調査研究を始めている。そして1883年ころようやくその糸口らしいものに到達することができた。すなわち脚気の発生頻度は兵士の階級と関係ありそうだということである。例えば、最も頻度が高いのが囚人であり、次いで水兵で、下士官になるとかなり低くなり、士官になるともうほとんどこの病気になるものがないという。このことは、食費に多くの金をかけられる者（士官）はこの病気にかかりにくく、多くかけられない者（水兵）はかかりやすい。また囚人の如きは食費が水兵の半額にすぎないから、かかる者が多いのは当然と考えられた。このことから彼は脚気の原因は食物の質にあるという確信を深めるわけであるが、この調査研究の過程で囚人の脚気と栄養との関係にとくに興味をもったらしい。おそらくこの関係を追求していけば、より明確な結論がえられると思ったからにちがいない。ここに紹介する論文 III は海軍の囚人だけを対象にしたもので、論文としては大変めずらしいものである。そしてこの囚人を対象とした研究からも脚気は食物中の（白米を少なくし麦類を多くして）窒素・炭素の比を1対15に近づけることによって完全に予防されるという確信を固くするのである。

囚人の脚気といえば、東洋の一角ジャワで同じような研究にとり組んでいたエイクマン（1858-1930, Fig. 2 参照）にふれないわけにはいかない。その当時のジャワはオランダの植民地であり、多くの原住民が罪人として監獄に入れられていた。彼ら囚人の多くは脚気にかかり、しかも死亡率が非常に高かった。そのためオランダ政府は原住民の脚気の研究をするための調査団を現地に派遣した。コッホの弟子でもあったエイクマンもその一人（病理学者）



Fig. 2. Harris 著「Vitamin and Vitamin Deficiencies」(1938)に掲載されているビタミン研究の“初期の先駆者たち”。左上リンド，右上高木兼寛，左下エイクマン，右下グリンス，いずれも本項にもでてくる巨人ばかりである。ただ高木の生存は1915年までとなっているが正しくは1920年であり，グリンスはその後1944年に亡くなっている。

として派遣されたのであった。当時、囚人は自分の割り当てられた米は自分で精米することになっていたもので、こぞって超白米にして食べていたらしい。オランダ人には脚気はみられず、原住民に多く、しかも囚人に著しく多いのは、実は彼らが精白米を食べているせいだったのである。エイクマンははじめ脚気の細菌学的研究をしていたが、しばらくしてようやくこのことに気がついたのであった。早速、彼は鶏を白米で飼育してみたところ、驚いたことに、鶏は脚気様の多発性神経炎をおこしたのである（この鶏は今日、世界最初の実験的栄養疾患動物といわれている、158 頁写真参照）。飼料を玄米に代えるか、白米に米糠を加えるかすると神経炎症状はきれいに消失する。彼は、この事実は、おそらく白米に脚気をおこす毒物があり、この毒作用を米糠の解毒物質が中和するためだろうと考えた（1897）。

実は、これよりかなり前（1884 年）に高木も犬に脚気を発症させようと苦労しているのである。この動物実験は、彼の栄養欠陥説を確認すべく、練習艦 *筑波* が実験航海に出かけている間に行われている。おそらくヒトについて次第に固まりつつある彼の学説を、それと平行して動物でも確認しておきたかったのであろう。実験結果は、後年（1906）、彼がセント・トーマス病院医学校で講演したときにも、その一部として報告している。とにかくこれは実験的栄養疾患動物作製の世界最初の試みであった。そのような意味から、この項では囚人に関する論文とセント・トーマスでの講演の犬の実験に関するところを抜萃して掲載することにした。

まもなく 20 世紀になろうとするとき、ともに囚人の脚気を研究し、動物実験でさらにこの病気の本質をあばこうとした高木、エイクマンの二人の巨人が、やがておとずれようとする新しい栄養学の夜明けを迎えている姿は、先駆者としての魅力を十分たたえている（Fig. 2 参照）。

論文 III

論文 III

日本海軍囚人の脚気（ベリ・ベリ）の発生に対する
予防措置の成果^{*9)}

高 木 兼 寛

英国外科医師会会員

脚気の原因とその予防についての私の論文は 1885 年 4 月の成医会紀要 49 号、補遺 4 号 (Transaction No. 49 of SEI-I-KWAI. Supplement of No. 4 April, 1885, pp. 29-37)* に発表した。私の学説は状況がゆるす限り、実際に帝国海軍によって適用され、この 2 年間だけでも輝かしい成果をあげてきた。脚気の原因と予防についてのこの 1885 年の論文は、いま慎重な吟味がなされつつあるので、ここには、わが会員(私立衛生会会員)* のほとんどが予想しなかった囚人脚気の好結果だけを報告するにとどめる。

日本海軍囚人の脚気の発生

年次	囚人の平均数	脚気患者数	囚人数に対する パーセント
1883	113	69	61.06
1884	128	73	57.03
1885	168	0	0

上の表は (囚人の)* 脚気患者が 1884 年にわずかに減少し、1885 年には急激に減少し完全に絶滅したことを示している。

^{*9)} Results of the Preventive Measures Taken Against the Occurrence of KAKKE (BERI-BERI) Amongst the Japanese Marine Prisoners: K. TAKAKI, F.R.C.S. The SEI-I-KWAI Medical Journal. Vol. V, No. 4, April, 1886, pp. 41-43.

日本海軍囚人の一般疾病にかかる割合

年次	全日数*	病気であった 日数	全日数に対する パーセント
1883	41,358	10,789	26.09
1884	46,720	11,243	24.06
1885	61,320	2,256	3.68

* 訳者注：全日数と囚人数×年間日数で1884年を例にすると囚人数128×年間日数365日＝全日数46,720である。

上の表は1884年には、病気であった日数の全日数に対する割合(パーセント)がごくわずかしき減少しなかったのに、1885年には著しく減少したことを示している。

一日当たり摂取された食品の量(ドラム)

年次	白米	大麦, 小麦	肉	魚	野菜	味噌*	醤油	炭水 化物	脂肪	漬物†	1日当り 全量
1883	265.20	0	8.22	25.08	64.98	13.20	18.15	0.36	0.48	19.47	415.74
1884	227.83	5.25	16.95	37.50	98.37	21.76	21.31	0.67	0.30	10.76	440.70
1885	101.14	125.32	12.27	26.89	85.93	18.24	22.44	0.46	0.20	23.04	415.75

* 味噌は一種の bean curd であり、醤油は一種の bean sauce である。

† 漬物は塩の中でつけられた野菜である。

1884年に摂取された種々の食品の量と1883年のそれとを比較してみると(上の表参照)*, 1884年の方が肉8.73ドラム(1ドラム=3,888グラム)*, 魚11.83ドラム, 野菜33.39ドラム, 味噌8.56ドラム, 醤油3.16ドラム, 炭水化物*¹⁰⁾ 0.31ドラムだけ多くなり, 反対に白米37.37, 脂肪*¹⁰⁾ 0.18, 漬物8.71各ドラムだけ少なくなっている。

1885年に摂取された種々の食品の量と1884年のそれを比較してみると(上の表参照)*, 1885年の方が大麦, 小麦120.07, 醤油1.13, 漬物12.28各ド

*¹⁰⁾ 訳者注：この表中の炭水化物, 脂肪は, 食品中のものでなく, 料理のために添加した砂糖, 油を意味するらしい。

論文 III

1 日当り摂られる食物中の窒素・炭素の量

年次	窒 素	炭 素	比
1883	216 グレン	7,054 グレン	1 対 32.65
1884	258	6,614	1 対 25.63*
1885	289	5,839	1 対 20.20

* 訳者注：この数値は原著では 22.63 になっている。しかし明らかに間違いであり、重要な数値でもあるのでこのように修正した。Lancet の高木の論文の紹介欄（Lancet, July 23, 1887, pp. 189-190）でも、この数字の間違いが指摘されているが、面白いことにその修正値 25.06 がまた間違いである。昔の人はよほど計算違いをしたらしい。高木の論文には他にも計算違いがあるが、大勢に影響ない場合にはそのままにしておいた。

実際に摂取した食物中の窒素・炭素の量と標準値 1 対 15 のそれらとの差

年次	食物中に与えられた窒素		食物中に与えられた炭素	
	1 日につき	1 年につき	1 日につき	1 年につき
1883	-4.23	-1,548	+63	+23,058
1884	-3.18	-1,160*	+45	+16,425
1885	-1.68	- 613	+25	+ 9,125

注意：- は不足を，+ は過剰を示す。

* 訳者注：原著では -160 になっている。
 $-3.18 \times 365 \text{ 日} = -1,160$ であり、明らかに間違いである。
 重要な数値であるので修正した。

ラムだけ多くなり、白米 126.69、肉 4.68、魚 10.61、野菜 12.44、味噌 3.52、炭水化物 0.21、脂肪 0.28 各ドラムだけ少なくなっている。

これらの事実から、私は次のような結論に達した。すなわち 1883 年の脚気の大発生は（上の 2 つの表が示すように）*、一つは窒素の不足によるものであり、もう一つは炭水化物を主成分とする白米の大過剰によるものである。い

うならば、窒素はその栄養機能を果たすには全く不十分となり、反対に炭素は本来の栄養を害するほどに過剰になったためであると、1884年の脚気患者のわずかの減少は白米の減量と肉、魚の増量によるものであり、そのおかげで窒素の不足が1883年ほど大きくはなくなったためである；そのため炭素の過剰も、そんなに大きなものではなくなっている。ただこの（1884年の患者の）*減少はごくわずかであるので、推論の根拠としては取りあげにくい。しかし1885年には、脚気患者は著しく減少し一人もいなくなっている。これは、醤油や漬物の増加によるものではなかろうし、はたまた肉、魚、野菜、添加物（炭水化物、脂肪）などの減量によるものでもなかろう。そのようなことはちょっと考えられない。この脚気患者の著しい減少は間違いなく、白米の思いきった減量と、その代わりとして的大麦、小麦の増量によるものである。大麦、小麦は大量の窒素を含有しており、過剰の炭素を中和するのに十分であり、その結果、栄養過程がほぼ正常に進行することになったのであろう。脚気が完全に消失したのはその成果と考えるべきである。

講演

講演

犬を用いての栄養実験^{*11)}

先に述べた調査研究の他に、私は犬を用いた実験を 1884 年 9 月から開始した。

1 回目の実験では、6 匹の犬を用いた(そして前半 3 匹は脚気食、後半 3 匹には抗脚気食に相当するものを与えた)*。すなわち一番目の犬は体重 14 ポンド^{*12)} (1,800 匁) で、毎日白米 5 オンス^{*12)}、野菜 $1\frac{1}{4}$ オンス、味噌 $\frac{1}{8}$ オンスを与えた。この犬は短期間に体重 12 オンス増加したが、その後次第に体重を失い、やせて弱々しくなった；脱毛もひどかったが病気の症状はなかった。そして 307 日目に突然死亡した。体重はもとの体重から 3 ポンド減少していた；解剖結果は貧血であった。二番目の犬は体重 $15\frac{1}{2}$ ポンド (2,000 匁)、毎日白米 10 オンス、野菜 $2\frac{1}{2}$ オンス、味噌 $\frac{1}{4}$ オンス、醤油 $\frac{1}{8}$ オンスを与えた。短期間体重の増加をみたが、その後まもなく徐々に消耗し始め、約 8 ケ月後下肢の麻痺のため立てなくなり、269 日目に死亡した；解剖結果は貧血であった。三番目の犬は体重 28 ポンド (3,600 匁)、毎日白米 10 オンス、野菜 $2\frac{1}{2}$ オンス、味噌 $\frac{1}{8}$ オンス、醤油 $\frac{1}{8}$ オンスを与えた。体重はいったん増加したが、のち次第に減少し、約 11 ケ月後下肢の麻痺のため歩行不能となり、337 日目に死亡した；解剖結果は脳、脊髄、腎、右肺にウツ血、残りの部分は反対に貧血であった。四番目の犬は体重 $12\frac{1}{2}$ ポンド (1,600 匁) で、毎日白米 25 オンス、野菜 $1\frac{1}{4}$ オンス、新鮮な牛肉 $1\frac{7}{8}$ オンス、鰹節 $\frac{1}{8}$ オンス、豆腐 1 片、醤油 $\frac{1}{16}$ オンスを与えた。最初体重は減少したが、その後次第に回復

^{*11)} 原典は The Preservation of Health amongst the Personnel of the Japanese Navy and Army: K. TAKAKI, Lancet, May 26, 1906, pp. 1451-1455 であり、高木が母校セント・トーマス病院医学校で 3 日間にわたって行った講演の第 2 日目のものであるが、ここにはそのごく一部分、犬の脚気に関するところだけを抜粋した。

^{*12)} 訳者注：ポンド=0.45 kg, オンス=28.3 g

した。307日の経過後、もとの体重より $22\frac{1}{2}$ オンス増え、307日の経過後まだ元気に生存。五番目の犬は体重 $17\frac{1}{4}$ ポンド (2,000 匁)、毎日白米5オンス、新鮮な牛肉 $3\frac{3}{4}$ オンス、野菜 $2\frac{1}{2}$ オンス、味噌 $\frac{1}{4}$ オンス、醤油 $\frac{1}{8}$ オンス、豆腐1片を与えた。はじめ体重は増加し、後次第に減少したが、もとの体重と比べると、やや増加済み。261日の経過後まだ元気に生存。六番目の犬は $56\frac{1}{4}$ ポンド (7,200 匁) で、毎日白米 $7\frac{1}{2}$ オンス、新鮮牛肉 $5\frac{5}{8}$ オンス、野菜2オンス、醤油 $\frac{3}{16}$ オンス、豆腐小片を与えた。337日の経過後、体重はもとのそれより少し減少したが、元気に生存中。

前半3匹(脚気食群*、第一Aグループと呼ぶ)の体重(合計)*は $23\frac{1}{2}$ ポンド (2,995 匁) 増加していたが、全部死亡した。後半3匹(抗脚気食群*、第一Bグループと呼ぶ)の体重(合計)*の増加は11ポンドにすぎないが全部生存し、健康であった。したがって、健康な証拠として体重の増加をとるのは常に正しいとは限らない。

二回目の実験では、やはり6匹の犬を用い、1885年9月1日から、1886年の11月30日まで行った。初めの3匹には(脚気食に相当する)*白米とさつまいもを主食品とし、あと3匹には(抗脚気食に相当する)*大麦(煮たもの)、豆 (Soja hispida)、さつまいもを主食品とした。一番目の犬は、体重 $19\frac{1}{2}$ ポンド (2,500 匁) で、毎日白米 $7\frac{1}{2}$ オンス、さつまいも $1\frac{7}{8}$ オンス、鰹節 $\frac{3}{8}$ オンス、醤油 $\frac{3}{8}$ オンス、味噌 $\frac{3}{8}$ オンスを与えた。体重は初め減少したが、後増加した；実験6ヶ月から12ヶ月の間は痙攣に悩まされて、383日目に死亡した；剖検では、腹膜の充血と出血であった。二番目の犬は、体重 $14\frac{1}{2}$ ポンド (1,860 匁) であり、毎日白米5オンス、さつまいも $1\frac{7}{8}$ オンス、鰹節 $\frac{3}{8}$ オンス、醤油 $\frac{3}{8}$ オンス、味噌 $\frac{3}{4}$ オンスを与えた。体重は大きく動揺したが、9ヶ月目でもとの $\frac{1}{8}$ だけ増加した。11ヶ月目の初めからやつれだし、かなり衰弱したが麻痺はなかった。322日目に死亡した；剖検では小腸腸間膜、粘膜に出血、胸郭の両側に滲出液貯溜。三番目の犬は体重 $11\frac{3}{4}$ ポンド (1,500 匁)、毎日白米5オンス、さつまいも $1\frac{7}{8}$ オンス、鰹節 $\frac{3}{8}$ オンス、醤油 $\frac{3}{8}$ オンス、

講演

味噌 $\frac{3}{4}$ オンスを与えた。2 $\frac{1}{2}$ オンスの体重の増加は実験最終日 421 日まで維持された。この全期間、何の身体的変化も示さなかった。四番目の犬の最初の体重は明らかでない。毎日大麦 5 オンス、豆 2 $\frac{1}{2}$ オンス、さつまいも 1 $\frac{7}{8}$ オンス、鰹節 $\frac{3}{8}$ オンス、醤油 $\frac{3}{8}$ オンス、味噌 $\frac{3}{4}$ オンスを与えた。4 ケ月目の初めに体重は減少し、もとの $\frac{1}{4}$ を失ったが、運動は活発で、その後体重も増加した；実験日数 456 日たって元気に生存。五番目の犬は体重 11 $\frac{3}{4}$ ポンド (1,500 匁) で、毎日大麦 2 $\frac{1}{2}$ オンス、豆 2 $\frac{1}{2}$ オンス、さつまいも 1 $\frac{7}{8}$ オンス、鰹節 $\frac{3}{8}$ オンス、醤油 $\frac{3}{8}$ オンス、味噌 $\frac{3}{4}$ オンスを与えた。456 日の経過中、体重は変化せず、また何も異常はみとめなかった。六番目の犬は体重 31 $\frac{3}{4}$ ポンド (4,080 匁) で、毎日大麦 7 $\frac{1}{2}$ オンス、豆 2 $\frac{1}{2}$ オンス、さつまいも 2 $\frac{1}{2}$ オンス、鰹節 $\frac{3}{8}$ オンス、醤油 $\frac{3}{8}$ オンス、味噌 $\frac{3}{4}$ オンスを与えた。456 日経過後異常なし。

初めの 3 匹 (脚気食群*, 第二 A グループと呼ぶ) のうち、2 匹は死亡し、生き残った 1 匹も体重の増加は 20 匁と少なかった。これに対し、あとの 3 匹 (抗脚気食群*, 第二 B グループと呼ぶ) は体重は実験の終わるまで 120 から 150 匁増加していた。

動物実験の意義

高木が海軍囚人の脚気に注目したのは、もともと海軍兵員の生活環境と脚気との関係を綿密に調査研究したことに始まるわけであるが、一般に医学における栄養欠陥疾患 (deficiency diseases) の研究には、しばしば囚人が登場してくる。高木よりほぼ 10 年おくれて脚気の研究を始めたエイクマンらも、まず囚人の脚気の研究をオランダ政府から命ぜられている。ゴールドベルガーらのペラグラの研究 (1915) も囚人を利用したものとして有名である。もともと、囚人の食事は粗末であるため、栄養欠陥による症状が典型的にあらわれ、またそれを治療する際にも、症状の消失が“使用前-使用后”式にきわだつからであろう。高木の場合、一般兵員の脚気患者数に比べ、囚人のそれが如何に多いかに気づき、そのことがまず彼が栄養欠陥説を提案する動機の一つになったわけであり、また一般に重症である囚人の脚気を彼の学説で治癒できれば、ますますその正しさが確信されるわけである。彼の貴重な論文の一つを、囚人の脚気の研究にあてているのもそのためであろう。

囚人の脚気罹患率はたしかに大変なものである。ここに掲載した論文 III の最初の表 (68 頁) にあるように、1883 年には実に囚人の 61 パーセントが脚気に罹患している。論文 I の海軍全兵員の同年の脚気罹患率が 25 パーセント (52 頁下) であるのと比べれば、囚人の罹患率が如何に大きいか分かる。このことは脚気のみならず一般疾病についてもいえ、一年間で病気であった日数 (平均) は、二番目の表 (69 頁上) に示されるように、1883 年 26 パーセントであり、一般兵員のそれが 12 パーセント (論文 IV, 95 頁の追補表) であるのと比べればたしかに大きい。高木がここで述べたいのは、囚人のこのように大きい罹患率が、ひとえにその食事の粗末さに由来するということである。彼によれば、その粗末さは食物中の窒素対炭素比であらわされ、標準値 (1 対 15) よりの逸脱が大きければ大きいほど粗末であることになる。囚人食の実際の数値は四番目の表 (70 頁上) に示されているが、1883 年のそれは実に 1 対 33 とはなはだ大きい。1883 年の一般兵員のそれは水兵ですら 1 対 28 であり、士官になると 1 対 20 という小さい数値になっている (論文 I,

48 頁の表)。つまり囚人の食事は、一般兵員のうちでも粗末である水兵の食事よりさらに窒素不足と炭素過剰が甚だしいのである。このような食事を続けると、年間窒素の不足分の集計と炭素過剰分の集計は大変な値になる。最後の表 (70 頁下) がそのことを示しており、数値は、窒素対炭素=1 対 15 を標準値とし、この値からの窒素不足分と炭素過剰分を算出したものである。高木がこの論文 III で最も強調したかったのは、1884 年と 1885 年の 2 回にわたる食事の (白米を減らし、その代わり大麦を加えて、窒素成分を増加させる) 改善で、窒素・炭素比を標準値に近づけると (三番目、四番目の表)、窒素不足分や炭素過剰分の集計もぐっと小さくなり (最後の表)、それと並行して、脚気の罹患率はもちろん、一般疾病に対する罹患率も著しく小さくなる (一番目、二番目の表) ということである。とくに 1885 年は囚人から脚気患者は一人も出なくなっている。実にあざやかである。高木はこの囚人脚気の研究から、以前よりもさらに明確な形で、食物中の窒素・炭素比を標準値 1 対 15 に近づければ必ず脚気は予防・治癒できるという確信を深めたにちがいない。

このような実験医学的な仕事を積みながら高木はこれと並行して動物実験を進めている。その期間は 1884 年の 9 月 (同じ年の 2 月に第 2 回航海実験のため練習艦 筑波が出発している) から、1886 年の年末までの約 2 年数カ月である (序でもふれたが、この動物実験はおそらく、栄養疾患動物をめざしたものとしては世界最初のものであろう)。全部で 12 匹の犬を用い、2 回実験をくり返している。食事の中味はヒトの場合と同じくいろいろの食品の混じったものであり、ここでも栄養の質として窒素・炭素比を重視している。

高木の得た実験結果を Table 2 にまとめてみた。第一回目の実験では肉を添加して、窒素・炭素比を 1 対 14 にした餌 (抗脚気食) で飼育した第一 B グループ 3 匹は、いずれも健康で特別な症状は全くないが、肉を添加せず、1 対 28 の餌 (脚気食) で飼育した第一 A グループの犬は 3 匹中 2 匹が下肢の麻痺をおこし、立てなくなっている。これはまさに脚気の神経症状である (写真がないので、参考のために後年 (1921) コウギルが報告した犬脚気の下肢の麻痺状態を Fig. 3 に示す。高木の場合も、おそらくこうだったのであろう)。そしてこの 1 対 28 の 3 匹とも死亡している。第 2 回目の実験でも、大麦や豆

Table 2. 高木の犬の飼育実験
第1回目の動物(犬)実験

犬の 番号	食物の 窒素・炭素比	体重変化	麻痺	転帰 (日数)	剖検結果
第一 A グループ	1 } 2 } 3 }	平均 1 対 27.5 }	8 ポンド 増 }	— + +	死 (307) 死 (269) 死 (337) 貧血 貧血 ウツ血 貧血
第一 B グループ	4 } 5 } 6 }	平均 1 対 13.6 }	4 ポンド 増 }	— — —	生 生 生

第2回目の動物(犬)実験

犬の 番号	食物の 窒素・炭素比	麻痺	痙攣	転帰 (日数)	剖検結果	
第二 A グループ	1	平均 1 対 28.5	—	+	死 (383)	腹膜出血
	2		—	—	死 (322)	
	3		—	—	生	腸間膜出血
第二 B グループ	4	平均 1 対 13.3	—	—	生	
	5		—	—	生	
	6		—	—	生	

食物の窒素・炭素比は食品分析表から筆者が算出したものである。

を添加して、窒素・炭素比を1対14にした餌(抗脚気食)で飼育した第二Bグループ3匹は、前と同じく健康で何ら変わった症状はなく生存するが、これを添加せず1対28の餌(脚気食)で飼育した第二Aグループ3匹は、そのうち2匹が死亡し、うち1匹が痙攣をおこしている。この痙攣も脚気の神経

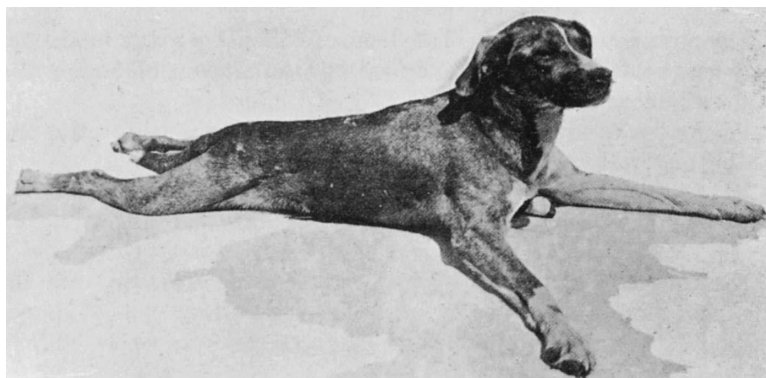


Fig. 3. 脚気のため下肢の麻痺と攣縮をとまっている犬
(G.R. Cawgill. Amer. J. Physiol., 57, 431, 1921)

症状の一つである。いずれの実験でも、窒素・炭素比の大きく逸脱した餌で飼育された犬には、脚気の症状を示し、死亡するものがでてくる。すなわち、この実験によって、犬もヒトの場合と同じ機序によって脚気に罹患することがほぼ明らかになったわけである。

しかしこの実験を現在のわれわれからみると、長い時間と大きな苦勞をかけた割にはあまりまとまった結果が得られなかったような気がする。たとえば第1回目の実験で1対28の犬のうち、麻痺をおこしたのは3匹中2匹であり、他の1匹はおこしていない。また第2回目の実験でも、1対28の犬のうち痙攣をおこしたのは3匹中1匹であり、他の2匹はおこさず、うち1匹は元気に生存させている。このような実験結果の不統一のためか、高木はこの実験結果から犬が脚気になったとは発表していない。当時の日本の動物実験の状況からみれば、どんな優れた研究者がやっても、この程度の結果しか得られなかったのかもしれない。前掲のコウギルの犬の脚気にしても、高木の実験から40年近くも後になって成功しているのである。いずれにしろ脚気の原因究明のためにこのような餌や環境条件の調整が難しい犬を使う実験は、そもそも無理だったのかも知れない。

その点、エイクマンの動物実験はその研究状況はかなり好転しているとは

Table 3. 囚人の脚気と食物の質との関係

食 物	囚人数	脚気患者数
窒素・炭素比 1 対 32.65	(1883 年) 113	69 (61%)
窒素・炭素比 1 対 25.63	(1884 年) 128	73 (57%)
窒素・炭素比 1 対 20.20	(1885 年) 160	0
高木による (1886)		
食物	囚人数	脚気患者数
白 米	150,266	4,201 (2.8%)
半 ツ キ 米	35,082	85 (0.24%)
玄 米	96,530	9 (0.009%)

エイクマンらによる (1897, 1898)

いえ、一步先んじているように思われる。エイクマンが囚人の脚気を研究するためにジャワ（ジャカルタ）に派遣されたことはすでに述べた。囚人のほとんどは原住民であるが、彼らは自分の食べる米は自分で（容器の中で玄米を棒で突ついて）精米することになっており、食事ぐらいいはせめて楽しみたいというので、暇にあかして超精米したらしい。そのため、どんな軽い罪人でもほとんど脚気で死亡し、事実上は死罪になったも同然だったといわれる。

エイクマンは、はじめ脚気は伝染病であると考えて脚気菌なるものを探していたが、ようやくこの食物との関係に気がついた。そこで彼はヒトについての研究は後回しにして、まず鶏をつかって栄養実験にとりかかった（ここが高木とは違っている）。白米で鶏を 20 日間ほど飼育すると、きわめて特徴的な麻痺状態をおこしてくる。これは脚気様の多発性神経炎（白米病）をおこしたためである。この鶏のいわゆる白米病の発見は、高木の犬の実験から 10 年後（1897）の出来事であった。玄米や〔白米＋米糠〕の餌ではこの神経

炎はおこらず、またいったん発症した白米病も餌を玄米や〔白米+米糠〕に切り換えると直ちに治癒するのである。このことからエイクマンは、白米には毒作用があり(つまり脚氣は白米中毒であり)、米糠にはこの毒作用を中和する物質つまり解毒物質があると考えたのであった。エイクマンの動物実験の特徴は実験系が非常に単純であることであろう。まず動物として穀類(玄米)だけで生育できる鶏を使い、しかも玄米を米糠と白米に分け、そのいずれがどういう作用を示すかをしらべれば分かるようにしている(つまり栄養の分析的研究を可能にする単純な状況を意識的につくっている)。このようにしてエイクマンは囚人を対象にしているとは認識不可能なことをより単純な系を用いた動物実験によって探索できたわけである。このことがエイクマン派の脚氣の研究が後継者に受けつがれながら、より基礎的な研究に発展する契機になったものと考えられる。その後エイクマン派は動物でえられた結論を直ちに囚人に応用し、ヒトの脚氣もやはり白米によって惹起され、玄米すなわち〔白米+米糠〕によって防ぎうることを明確にしている(Table 3 下)。これに続いて、マレーにおいては、フレッチャー(1907)やブラッドン、フレーザー、スタントンら(1909)が、今度は囚人以外のヒトについて同じような実験を試み、白米群にのみ脚氣がおこり、玄米群には脚氣がおこらないことを確証している。

さて、高木とエイクマンは囚人の脚氣と、動物の脚氣の実験から、それぞれ何を知り、そしてそれをどのように展開させたのだろうか。高木は、この論文 III の中で“炭水化物が過剰であると、固有の栄養状態を害し、脚氣を誘発するが、窒素性物質(つまり蛋白質)はその害作用を中和し、脚氣を防ぎうる”というような考えを提出している。一方エイクマンは、今みたように“脚氣は、白米の毒作用によっておこり、米糠はその解毒作用によって白米の毒作用を中和し脚氣を防ぎうる”と考えている。両者の思考形式は実によく似ている。しかし不思議なことに、その後の栄養学ないしビタミン学への関わり方は、この二人において全く異なってくるのである(Table 4, 5)。端的に言って高木の場合、疫学的研究手法の限界を示すかの如く、また分析的研究手法に対する無関心を示すかの如く、彼の栄養学はもうここで終わっている。

脚気の実際上の研究は1888年ごろからもうなされていない。研究よりも、むしろ脚気を日本国土から根絶するための啓蒙運動、あるいは実践活動にのりだしていくのである。自分の研究結果から、麦飯こそ窒素・炭素比を改善し、脚気を根絶する最適の主食であると考え、これの普及に生涯尽力するのである。その努力は大変なもので、後年嘉賞され勲二等を授与されたり男爵を賜ったりするが、世人はこれを“麦飯勲二等”とか“麦飯男爵”と呼んだほどであった。また、彼には以前からの仕事の続き、つまり、彼の理想とする病院と医学校の建設（後の東京慈恵会医科大学、同附属病院、ならびに慈恵看護専門学校）という現実的な仕事があっており、脚気の基礎的研究どころではなくなったのかもしれない。これら抜き差しならない理由はあったにしろ、筆者にはより直截的理由として彼の価値観つまり思想そのものが強く働いたように思われる。いうならば彼がしばしば口にした「脚気の予防が確立されたからには、それ以上その原因について研究する必要はあるまい」といったプラグマチズム（実用主義）的思想である。

一方、エイクマンの場合も、上述米糠に脚気の予防・治療効果のあることを報告すると、1896年本国オランダに帰国し、ユトレヒト大学衛生学教授におさまリ、この時から脚気の研究から離れている。しかし高木と異なるところは、現地ジャワの研究所には多くのすぐれた後継者達を残しており、彼の間接的指導の下に、動物をつかう脚気の基礎的な研究が続行され、その後次々と業績が出されていく点である。例えば、その一人グリーンズ（66頁 Fig. 2 参照）は米糠のエキスに脚気予防因子が存在することを証明し（1901-1906）、さらにヤンセンとドナトは米糠からこれをビタミンB₁の結晶として分離するのである（1926）。初めグリーンズの考えは、師エイクマンの中毒説に対立することになるが、後1906年になってエイクマンの方からグリーンズの考えに同調している。これら一連の業績のためエイクマンは後年ビタミン発見の功労者としてホブキンスと共にノーベル医学生理学賞をうけるのである。

現在からエイクマンの実験をながめると、高木より有利な点がいくつか目につく。そのうちの最も直接的なものとしては、先にもふれたが重要な解析的問題を動物実験に移行したこと、実験動物として穀類だけで生育できる鶏

を使ったこと、もう一つは餌として玄米を用いたことなどが挙げられる。玄米は高木が提唱した麦と異なり、胚芽の部分（つまり米糠）を容易にしかもきれいに離脱して、白米になるのが特徴である。このことはその後の解析的研究をどれほど容易にしたか測り知れない（そもそも米を主食にする人種だけに脚気が多く、麦（パン）食の人種にはみられないのはこのためなのである）。

とにかく、高木、エイクマン両人は性格的にも対照的であるのが面白い。高木の方は明朗活達、研究室に閉じこもるタイプではなく、もともと宏弁博辞の人といわれるように、早くから実践活動にのりだし“麦飯食すべし”といった講演を全国各地で行っている。高木ほど多角的活動によって一つの疾患を根絶させた医学者も少ないのではなかろうか。これに対してエイクマンは極めて控え目な学者であったらしい。彼の友人は彼を“a bad advertiser”と評したほどである。しかし、彼およびその一門がなした基礎的栄養学に対する学勲は大きい。エイクマンは1928年教授を辞し、1929年ノーベル賞を授賞し、その翌1930年に歿した。生まれるのも、脚気の研究に入るのも、また、この世を去るのも、高木のちょうど10年あとを追うような人生を地道に歩き続けた人であった。この二人は遂に生涯邂逅することはなかった。現在の研究者の国際性から考えると想像できないことである。

3. 栄養欠陥説からビタミン学説へ

序

高木兼寛は 1885 年から脚気について次のような学説を論文の形で発表してきた。すなわち“脚気とは食物中の炭素(炭水化物)に対する窒素(蛋白質)の相対的不足によっておこる一種の栄養欠陥病である”というものであった。同じころ、ドイツ医学の中心となっていた帝国大学医科大学(現 東京大学医学部)でも脚気病室が設けられ脚気の研究が進められていた。そこでは脚気の原因として“脚気菌”による伝染説(ベルツ, 緒方正規, 青山胤通, 三浦謹之助ら)や食物による中毒説(三浦守治, 榊順次郎, 山極勝三郎ら)といった仮説が提出されていた。彼らはイギリス医学の代表と目されていた高木のこの“栄養欠陥説”に対してはげしい批判をあびせたが、高木は意外に冷静であった。おそらく彼には学派などとは無関係な否定しようのない確実な調査資料があったからであろう。

ここに掲載する論文 IV は高木が一度講演したものを再び論文の形で *Sei-I-Kwai Medical Journal* に掲載したものである。彼はこの論文をもって最終的なものにしようと思ったのであろう。論文 I, II に別々に発表してあった脚気の資料を一つにまとめ、さらに 1878 年から 1887 年までの 10 年間の他の疾患の資料も加えて総まとめにしたのである(例えば 93 頁の表 3)。1884 年以降の海軍兵食の改善(白米飯を減量し、麦飯におきかえて蛋白含量を増量すること)が、如何に劇的に脚気を絶滅していったかを、彼自身この表をみながら何度もうなずいたことであろう。この論文 IV の中で彼は同じ改善食が脚気以外の疾患に対しても極めて好ましい影響を与えること、さらに常人の健康保持、増進のためにも十分効果があることを力説している。このような成果は研究の初めにいただいた彼の期待を十分満足させたのであろう。彼はもうこれ以上この種の研究を続けようとはしなかった。その後は国民の中に、脚気撲滅の実践活動(麦飯運動)の中に精力を傾注していくのである。そして、

あれほど猛威をふるった脚気という病気もやがて日本の国土から消えていった。

同じころ、動物実験で白米の栄養欠陥を指摘した医学者にエイクマン（オランダ）がいる。彼はこの世に出てくるのも、脚気の研究に入るのも、この世を去るのもちょうど高木の10年後を追ったような人であるが、性格はむしろ高木とは対照的であり、研究室で静かに研究を続けるタイプであった。先述のように彼は1890年ごろ、東南アジアのオランダ領（ジャワ）に蔓延する脚気の研究のため本国から派遣された。彼はそこで鶏を白米で飼育すると脚気様多発性神経炎（白米病）をおこし、飼料を玄米に変えるか、白米に米糠を加えるかすると、治癒することを発見した。はじめ彼は、白米に毒作用があって、米糠がそれを中和すると考えたが、1906年門下のグリーンスと共に白米には未知の必須栄養素（抗脚気因子）が不足していて、米糠がこれを補うという考えに到達した。これは今日のビタミン学説に近い考え方であり、高木の到達点とはかなり違ってきたことになる。エイクマン派を含めて世界各国の研究者はその後、この未知なる栄養素の本体についてはげしい研究を展開するのである。簡単に、その歴史的経過を振り返ってみたい（Table 5, 参照）。

まず、日本では鈴木梅太郎が1910年米糠からこの有効成分を得たとしてアベリ酸と命名し、のちオリザニンと改め1912年ドイツの生化学誌に発表している^{*13)}。これと同じ物質についての発表はポーランド人フンクによっても1911年に行われ、ビタミンと名付けられた^{*13)}（その後、この抗脚気ビタミンはビタミンB₁と呼ばれることになる）。このビタミンB₁のきれいな結晶はやがてヤンセンとドナトによって1926年米糠から単離された。かつてエイクマンが鶏の白米病を発見した伝統ある研究室から出された業績である。ビタ

^{*13)} 始め彼らは結晶の形で分離したと報告したが、のちいずれも純粋な化合物ではないことが分った。こうして一時期結晶性有効物質と考えられた物質が不純物であることが明白となったため、再び暗中模索の時期に入ることになった。しかし（本文中にあるように）15年後1926年になってヤンセンとドナトがようやく今度は間違いのないビタミンB₁の結晶を単離したのであった。

Table 5. ビタミン B₁ 研究史年表

1882～4(明治 15 年)	高木兼寛	海軍兵食を改善することによって脚気の発生を予防できることを発見, 食物中の炭水化物に対する蛋白質の割合が小さい時, 脚気が発生すると主張.
1897(明治 30 年)	エイクマン	鶏を白米で飼育すると脚気の症状(多発性神経炎, いわゆる白米病)をおこし, これに米糠を与えると治癒することを見, 白米の毒素が米糠で中和されると主張.
1901	グリーンス	師エイクマン説に対立, 米糠が未知の必須栄養素(たとえば抗脚気因子)を含有していると考え.
1906	エイクマン	グリーンスの考えに同調.
1907(明治 40 年)	フレーザー, スタントン	米糠のアルコールエキスを脚気治療効果のあることを発見.
1910	鈴木梅太郎	米糠中の抗脚気成分(アベリ酸)を分離したと発表.
1911	フンク	これとよく似た物質の分離を発表, ビタミンと名づける.
1912(大正元年)	鈴木梅太郎	さらに精製したと発表, オリザニンと命名す.
1915～9	マッカラム ドラモンド	必須栄養素をビタミン A(脂溶性), ビタミン B(水溶性), さらに抗壊血病因子を加えてビタミン C とすることを提案.
1919	島園順次郎 大森憲太	ビタミン B の欠乏が脚気の主因であることを確認.
1926(昭和元年)	ヤンセン, ドナト	米糠中の抗脚気ビタミンを結晶の形で単離.
1927	米国医学研究会議	ビタミン B の中に複数因子の存在することが明らかとなり, 抗脚気ビタミンをビタミン B ₁ と命名す.
1934～7	香川昇三, 内藤比天夫 沢田敬一	ビタミン B ₁ の欠乏が脚気の主因であることを確認.
1936	牧野 堅 ウィリアムス ウィンダウス アンデルザーグ ウェストファル	ほぼ同時にビタミン B ₁ の化学構造を決定. ビタミン B ₁ の合成に成功.
1937	ローマン	ピルビン酸脱水素酵素の補酵素がビタミン B ₁ の二リン酸エステルであることを証明.
1948	グリーン	α -ケトグルタル酸脱水素酵素の補酵素もビタ
1953	ホレッカー ラッカー	ミン B ₁ ニリン酸であること, さらにトランス ケトラゼの補酵素もビタミン B ₁ ニリン酸で あることを証明.
1969～70	クーパー 糸川嘉則	ビタミン B ₁ トリン酸エステルも生体であり, この物質が神経伝導に関与していることを示 唆.

Bemerkung über die Chemie des antineuritischen Vitamins

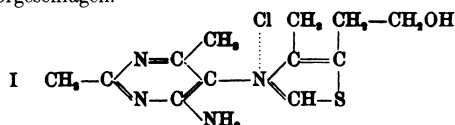
Von

Katashi Makino und Toshitake Imai.

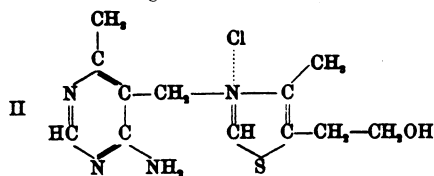
(Aus der inneren Abteilung des Dairen Hospitals, Dairen, Südmandschurei.)

(Der Schriftleitung zugegangen am 14. Februar 1936.)

Vor einiger Zeit hat Windaus¹⁾ für antineuritische Vitamin die Formel I vorgeschlagen.



Es erscheint uns indessen die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, die Formel II dem Vitamin zu geben.

Fig. 4. ビタミン B₁ の化学構造

牧野堅によって初めて提出されたビタミン B₁ の構造式、彼の論文 Z. Physiol. Chemie, 239, I (1936) の第一頁をそのまま写真掲載した。下の構造式がビタミン B₁ の化学構造である。

ミン B₁ の化学構造の決定は、牧野 堅 (本学医化学第二代教授) 次いでウィリアムス、ウィングハウスらによってほぼ同時 (1936 年) に報告され (Fig. 4), その有機合成は同年アンデルザーグらによって成功している。そしてビタミンの最も本質的な問題、つまり生体内での作用機構の問題はその翌 1937 年ローマンによってその突破口が開かれた。すなわち、ブドウ糖代謝の中心物質であるピルビン酸の脱水素酵素の補酵素がビタミン B₁ の誘導体—ビタミン B₁ に 2 分子のリン酸が結合した物質—であることが明らかになったのである。以前から云々されてきた炭水化物 (糖質) の代謝とビタミン B₁ の関係が、この発見で極めて合理的に説明されるようになったわけである。その後、

α -ケトグルタル酸脱水素酵素やトランスケトラーゼなどもやはりビタミン B₁ ニリン酸エステルを補酵素としていることが明らかになった。このようにして、ビタミン B₁ 欠乏時(脚気)にみられる血中ピルビン酸、 α -ケトグルタル酸の上昇は、補酵素の不足によるということが容易に理解できるようになった。またビタミン B₁ の活性型は普通このようにニリン酸エステルであるが、生体には3分子のリン酸が結合した三リン酸エステルの形で存在するらしく、神経の伝導にはこのものが関与しているという可能性がクーパーや糸川嘉則らによって示唆されている(1969-70)。脚気の神経障害(麻痺)とビタミン B₁ の関係がより明確になってくるかも知れない。とにかく、このようにしてビタミン B₁ は分子レベルで生理生化学の中心問題に躍り出てきたわけである。

また、ビタミン B₁ およびその活性型が安価に合成できるようになったために、その臨床応用がきわめて容易になり、また一般国民も保健薬として常用できるようになったことは周知の通りである。敗戦直後、多くの脚気患者が出ると予想されたにもかかわらず、ビタミン学者(満田久輝)の提案により米にビタミンを添加したいいわゆる“強化米”を配給したことによってほとんど発生をみなかったことも、このようなビタミン学の恩恵とみるべきであろう。

この項で筆者が付論したいことの一つは、研究者の体質とか思想とかいったものが、その後の学際的研究への関わり方にどのように影響するかという問題である。高木の場合、脚気を予防ないし治癒させる[・]実体についてはほとんど関心を示さず、むしろ現実的に如何にしたら病者を予防ないし治療できるか、ということが最大の関心事であった。したがって脚気を予防でき、多くの患者を治せば、もうその研究目的はほぼ達成できたわけである。これに対して、エイクマンの場合はヒトの脚気に先立って、鶏の白米病(脚気)に至極興味をもち、白米病を阻止する[・]実体をしつこく追求していった。その結果は上にみた通り、エイクマンの方は一つの連続系としての学問の芽を作り、それから枝葉が出てくるわけであるが、高木の方は一人ですべてが完結しており、エイクマン以後の“系統発生”をごく短時間に一人で“個体発生”した感

じである。このことについては次の論文 IV を紹介したあとで再び論ずることとする。

論文 IV

脚気の防禦法が他の病気に及ぼす予防的影響について^{*14)}

高木兼寛（英国医師会会員）による私立衛生会での講演

諸君、今日は今諸君の前に提示してある表題について私自身の経験から得られた結果について述べたい。脚気に対する最も効果的な措置は食品を健康を保つにふさわしい比率にして与えることである、という私の見解は1883年9月26日と1885年2月28日の2回にわたって公表した。また1886年2月27日には、横須賀の海軍省事務局で囚人についての研究結果を報告した。おそらく、これらの報告は諸君にはもうよく分かっていることであるので、今日は、今まで海軍で続けてやってきた研究結果をまとめて示すと同時に、脚気に対する予防措置が他の病気にどのような予防的影響を与えるか、といった問題についてもお話したい。

次に示す何枚かの表をみていただきたい。これらは大体目を通せば分かるはずであるが、まず表1は明治11年から20年まで（1878-1887）の10年間の脚気患者の推移を示したものである。

この表から海軍における脚気患者の発生率とその死亡者数がともに1884年をさかいに急に減少し始め、遂には完全に消滅することが分かるはずである。この著しい成果は、かつて私の意見に従って導入されたあの海軍兵食の改善のお陰なのだという事を躊躇なく述べることができる。しかしながら、ある人は脚気患者の減少はなにも海軍にかぎったことではなく、わが国の何処にでもみられる現象であるといっている。残念ながらこれを否定するのはなかなか困難である。何故なら、陸海軍を除いては、同一の患者が数か所の

^{*14)} On the prophylactic influence upon other disease of preventive measures against Kakke. An Address Delivered before the private Board of Health by K. Takaki F.R.C.S., H.M. The Sei-I-Kwai Medical Journal. Vol. VII, No. 12, Tokyo, December 1888. Whole No. 83.

論文 IV

表 1. ここ 10 年間の海軍軍人の脚気患者

年次	兵員数	脚気患者数	兵員に対する 脚気患者の パーセント	死亡者数	脚気患者に 対する死亡者の パーセント*
1878	4,528	1,485	32.79	32	2.15
1879	5,081	1,978	38.92	57	2.88
1880	4,956	1,725	34.81	27	1.57
1881	4,641	1,163	25.06	30	2.58
1882	4,769	1,929	40.45	51	2.64
1883	5,346	1,236	23.12	40	3.96
1884	5,638	718	12.74	8	1.11
1885	6,918	41	0.59	0	0
1886	8,475	3	0.04	0	0
1887	9,106	0	0	0	0

* 訳者注：原著では ratio of deaths per 100 of force つまり兵員に対する死亡者のパーセントとなっているが、これは何かの間違いであり、正しくは表のように脚気患者に対する死亡者のパーセントである。1878 年を例にとれば、もし兵員に対するパーセントであれば $32 \div 4,528 \times 100 = 0.7\%$ であり表のように 2.15% にはならない。訳者のように脚気患者に対するパーセントとすれば $32 \div 1,485 \times 100 = 2.15\%$ となりよく一致する。

病院と医者を訪ね歩くため患者の数を知ることが極めて困難だからである。幸いなことに、ここに東京府の衛生局が調査した週間死亡報告がある。その報告から脚気患者の場合を取り出し、表 2 を作ってみた。

この表によると、東京府における脚気の死亡者数は同じ時期に減少していないばかりでなく、かえって増加している。したがって、脚気患者は何処で

表 2. 東京府における脚気による死亡者数

年 次	1884 下半期	1885 上半期	1885 下半期	1886 上半期	1886 下半期	1887 上半期
脚気の死亡例	758	137	725	202	1,272	319
合 計	895		927		1,591	

表 3. 海軍における各種疾患の患者数ならびに死亡者数の推移

疾患ないし傷害	患 者 数				兵員に対する患者パーセント				患者に対する死亡者のパーセント						
	年	次	年	次	年	次	年	次	年	次	年	次			
疾患ないし傷害	1883	1884	1885	1886	1887	1883	1884	1885	1886	1887	1883	1884	1885	1886	1887
	223	235	609	261	205	4.23	4.17	8.80	3.08	2.25	0.89	4.68	3.44	8.05	1.95
	1,440	774	41	3	0	27.32	13.72	0.59	0.04	0	3.33	1.03	0	0	0
	874	592	546	548	572	16.58	10.49	7.89	6.47	6.28	0.11	0	0	0.18	0.17
	275	173	81	67	43	5.22	3.07	1.17	0.79	0.47	0.73	1.16	7.41	1.04	4.65
	1,568	778	524	477	397	29.75	13.79	7.57	5.63	4.36	0	0	0	0	0
	141	86	56	27	23	2.68	1.52	0.81	0.32	0.25	0	1.16	0	3.70	0
	16	7	3	3	1	0.30	0.12	0.04	0.04	0.01	0	0	0	0	0
	26	37	25	26	19	0.49	0.66	0.36	0.31	0.21	11.54	0	0	3.85	15.79
	62	31	25	19	30	1.18	0.55	0.36	0.22	0.33	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0
	3,957	2,164	1,249	615	415	75.07	38.36	18.05	7.25	4.56	0.43	0.55	0.64	3.09	5.54
	4,395	2,519	1,245	792	496	83.38	44.65	17.99	9.35	5.45	0.07	0.24	0.56	0.38	0.60
	673	630	707	667	599	12.77	11.17	10.22	7.87	6.58	0.29	0	0.14	0	0.17
	104	50	35	35	16	1.97	0.89	0.51	0.41	0.18	0	4.00	2.86	0	0
	130	218	205	144	124	2.47	3.86	2.96	1.69	1.36	0	0	0	0	0
	1,257	768	569	507	384	23.85	13.61	8.22	5.98	4.22	0	0	0	0	0
	4	5	3	1	0	0.08	0.09	0.04	0.01	0	0	0	0	0	0
	6	3	1	3	1	0.11	0.05	0.01	0.04	0.01	0	0	0	0	0
	1,898	1,442	939	691	621	36.01	25.56	13.57	8.15	8.82	0.16	0	0.32	0.58	1.77
5	2	3	8	4	0.09	0.04	0.04	0.09	0.04	80.00	100.00	100.00	75.00	100.00	
0	1	0	0	3	0	0.02	0	0	0.03	0	100.00	0	0	100.00	
合計と割合	17,054	10,515	6,866	4,894	3,954	323.54	186.37	99.25	57.75	43.42	0.49	0.43	0.71	1.29	1.39

* 記者注：意味不明のため原語であらわした。

論文 IV

も一般に減少しているといういまの批判の根拠はここには全く存在しないのである。東京府における脚気のこの増加にもかかわらず、海軍ではこの時期までに完全に消滅しているのである。この事実によって、海軍における脚気患者数ならびにその死亡者数の減少は食事の改善によるのだ、とする私の見解はまさに正しかったということが分かっていただけたと思う。

表3の兵員 100 人^{*15)} 当りの患者数 (つまりパーセント)* を示す列をみると、伝染病患者 (麻疹, 天然痘, チフス, 軽熱, マラリア, 弛張性熱, コレラ, ジフテリアなど) はそれほど著しくはないが若干減少している。当然のことながら脚気患者の方はすでに表1にも示したように著しく減少している。さらに, 1883 年と 1887 年とを比較すると, 全身性疾患 (リュマチ, 梅毒, ゐれき, 貧血など) では 1/2.1 に, また神経疾患では 1/11.1 に, 眼の疾患では 1/7.1 に, 呼吸器系疾患では 1/16.1 に, 消化器系疾患では 1/15.1 に, さらに外皮系疾患ならびに外傷では 1/5.1 にそれぞれ減少している。耳, 鼻, 循環器ならびに absorbent 系の疾患は初めから少ないものであるが, これも少しずつ減少している。泌尿器系, 運動器系疾患さらに細胞組織の疾患も年々減少している。未分類疾患ならびに中毒, 水溺, 首つりなどには注目すべき傾向はない。全疾患について 1883 年と 1887 年とを比較してみると 1/7.1 に減少している。

今度は次頁の追補表をみていただきたい。1883 年から 1887 年の期間に兵員 1,000 人当りの一般患者数において, 驚くべき減少がみられる。また兵員は増加しているにもかかわらず, 全患者の治療日数は減少している。もし, 1883 年の全患者の治療日数 (233,083)* を 1887 年の兵員数に適用すると, 少なくとも 402,490 日になるはずである。この数値と 1887 年の実際の治療日数 (109,019 日)* とを比べると, 1887 年には 293,471 日も減少したことになる。

^{*15)} 原文では 1,000 になっているが, 100 の間違いである。その他ところどころわずかな計算違いと思われるところがあるがあえて論及しない。

追補表

年次	総兵員	兵員 1,000 当りの 患者数	全疾患に 対する 治療日数	兵員 1,000 当りの 1 日平均患者数	一年間の 1 人当りの 平均病気日数	兵員 1,000 当りの 死亡者数
1878	4,528					12.37
1879	5,081					23.42
1880	4,956		不	確	定	12.71
1881	4,641					17.45
1882	4,769					21.59
1883	5,346	3,235.44	223,083	121.15	44.22	15.89
1884	5,638	1,863.70	174,401	84.45	30.91	7.98
1885	6,918	992.48	131,942	52.25	19.07	7.08
1886	8,475	577.46	116,287	37.59	13.72	7.43
1887	9,106	434.20	109,019	32.80	11.97	6.04

これは驚くべき変化ではないだろうか？ さらに 1887 年の兵員 1,000 人当りの 1 日平均患者数と同年の年間 1 人当りの平均病気日数とを、1883 年のそれらと比較すると、ともに 1/4.1 に減少しており、また兵員 1,000 人当りの死亡者数も 1/2.1 に減少しているのが分かる。

今述べたように、海軍では一般疾患の全患者数が減少してきたのであるが、この減少も私の考えではひとえに食事の改善によるものである。食事だけでなく、他の多くの要因がこの減少を助けたのではないと言われるかもしれない。私はこれを無理に否定はしない。たしかに、われわれの衛生状況は著しく改善され、とくに衛生局が各地方に設けられてからは、地方村落の人も健康に留意するようになり、頑健な身体になってきた。陸海軍の新兵はこれらの人達から選ばれるわけであるから、海軍兵員における一般疾患の患者数が減少するのも当然と考えられるかもしれない。しかしながら、表 1 と表 2 を比べれば分かる通り、東京府の脚気患者の数は、このような衛生改善にもかかわらずむしろ増加するのであり、反対に海軍の脚気患者数は激減するので

論文 IV

ある。したがって、海軍における一般疾患の患者の減少が単に一般的な衛生改善によるなどとはいえないはずである。とにかく、海軍では食事の改善以外何も試みたことはないのである。かつて 1882 年以前の多数の患者の発生、とくに多数の脚気患者の発生は、労働過度のためではないかと考えられたことがあり、そのための予防措置が採用されたこともあったが、もちろん効果があるはずはなかった。戦争の際、大いに働かねばならぬ兵士は、昼夜にわたる労働や、場合によっては連日連夜の労働に耐えるぐらいの体力を当然もつべきである。そうでなければ戦時において到底役に立つとは思えない。したがって、このように重労働をすべき兵士の健康を保つ方法として、労働を軽減するというようなことには賛成しかねるのである。また、脚気患者発生に対する予防法として多額の費用のかかる艦船構造の改良というようなことは、今だかつてなされたことはないのである。したがって艦船構造の変化が脚気の減少の原因になることはありえない。それでは（ひょっとすると誰かが考えるように）* 気温が快適となり、このことが脚気の減少の原因になりえたのだろうか。念のために 1882 年からの気象表をしらべてみたが、昨年(1887 年)* まで気温は次第に暑くなるばかりであった。したがって気温を脚気激減の原因と考えるのは当然無理である。実際、気温は海軍における脚気ならびに他疾患の発生に関係ないという事実証拠は他にも十分あるが、ここには詳しく述べる必要はない。

脚気に対する予防的措置の結果、他のすべての疾患も脚気と平行して減少するのを見ると、食事の改善は脚気を予防するのみならず、他のすべての疾患に対しても有効な予防法になりうるものであり、また一般的な健康維持のためにもすぐれた手段であると言えるのである。

研究者の思想と社会活動

高木がこの論文 IV で述べたかった要旨は次のようであろう。1878 年から 1887 年までの 10 年間の海軍における脚気患者数をみると、1884 年を境にして激減している（表 1）。これは私（高木）が、同時期に海軍兵食を改善したおかげである。それ以外の理由は考えられない。ある人は、脚気は何処でも減少しており、何も海軍にかぎったわけではない、だから兵食の改善とは関係がない、などというが、そういうことは絶対ありえない。海軍以外の、例えば東京府民の脚気死亡者をみればわかるはずである。そこでは 1884 年から減どころか増えているのではないか（表 2）。海軍でもその時期に変わったことといえば、食事の改善以外何一つないのだから、脚気激減の唯一無二の原因は食事の改善である。さらに兵食の改善は何も脚気を減らしただけでなく、脚気以外の多くの一般疾患に対しても極めて良好な影響を与えている、一般疾患の患者数も兵食改善後はっきり減少しているのである（表 3, 追補表）。私（高木）が断行した改善食は、このようにひろく脚気以外の疾患の予防のためにも、また普通の意味での健康保持のためにもきわめてすぐれているのであると。

さて、この論文 IV の表 1 は、高木の栄養欠陥説にとって、もっとも重要なものである。世界的名著、ハリスの「ビタミンとビタミン欠乏症 (Vitamins and Vitamin Deficiencies)」の中 (54 ページ) にも Sei-I-Kwai Medical Journal の同表掲載一頁分がそっくり Fig. 19 として写真掲載されている（次頁 Fig. 5）。おそらく高木は、この表をながめながら“兵食の改善は断行してよかった、こんなに脚気患者が減ったのだから”と何度もつぶやいたことであろう。そして心の底から満足感にひたったにちがいない。ところが、こともあろうに、脚気が減少したのは何も食事改善をした海軍だけではない、日本の何処にでもみられる現象であるという反論がでてきたのである。はじめは軽く考えていた彼も、まもなく、これに対する再反論がそれほど容易でないことに気がつく。この研究には改善食を食べた実験群のみあって、それを食べなかった対照群がないのである。ようやく、彼は東京府衛生局で東京府

54 *BERI-BERI VITAMIN B₁ DEFICIENCY*

188

THE SEI-I-KWAJ MEDICAL JOURNAL.

I have made the following tables, which if looked over, will make matters plain. Table No. 1 gives the number of Kak'ke cases in the Navy during the period of ten years from 11th to 20th year of Meiji (1878-1887).

TABLE NO. 1
KAK'KE CASES IN THE NAVY DURING 10 YEARS.

YEAR.	FORCE.	CASES.	RATIO OF CASES PER 100 OF FORCE.	DEATHS.	RATIO OF DEATHS PER 100 OF FORCE.
1878	4,528	1,485	32.79	33	2.15
1879	5,081	1,978	38.92	57	2.88
1880	4,956	1,725	34.81	27	1.57
1881	4,641	1,163	25.06	30	2.58
1882	4,769	1,039	20.45	51	2.64
1883	5,346	1,236	23.12	40	3.96
1884	5,638	718	12.74	8	1.11
1885	6,918	41	.59
1886	8,475	3	.04
1887	9,106

Looking at the above table, it will be seen that the number both of cases of Kak'ke and deaths, in the Navy, gradually decreased from the year 1884, till they at last became entirely extinct. This, I have no hesitation in believing, has been the result of that improvement in the scale of diet introduced in accordance with my opinion. But some say that the decrease of Kak'ke cases is not only in the Navy but in every part of the country. I am sorry to say that this it is difficult to prove, for, except in the Army and Navy, the same patient goes to several hospitals and

FIG. 19. Reproduction of extract from a paper by Takaki. Takaki points out how, with an improvement in the diet, "Kak'ke" disappeared from the navy. In Tokyo, in the absence of preventive measures, it continued to increase.

(Sei-I-Kwai Med. Journal, 1888, 7.)

Fig. 5. Harris 著「Vitamin and Vitamin Deficiencies」(1938) 54 ページにそのまま掲載されている高木の論文 (IV) の一頁分。

民の脚気の死亡者の資料にたどりつく。そして、これを対照群兼一般国民の代表例として、先の海軍の実験群(表1)と比較するのである。東京府民には1884年を境にする脚気の激減が全くないのをみて、彼はひどく安心したにち

がない。しかし、このような形の対照群は、臨床医学や社会医学ではやむをえないにしても、厳密な意味での対照群にはなりえない（厳密とは、時間を含めて食事以外の諸要因はすべて実験群、対照群の間で共通でなければならない）。そういえば、高木の研究には元来、厳密な意味での対照群がなく「治療前－治療後」といった臨床医らしい時間差での報告が多い。同じころのエイクマンらの脚氣（ヒト）の研究では対照群がおかれているので、なにもその時代の特徴ではないのである。要するに高木は、分かっているだけでも現実的には、治療を始めた時点から患者が治癒の方向に向かえば、もうそれで十分と単純にそう思っていたのではなかろうか。

類似の態度は、この論文のもう一つの主張である改善食の（脚氣以外の）一般疾患に対する影響についての解釈にも見うけられる。海軍において脚氣以外の多くの疾患について、その発生率や死亡率を年次順に並べてみると（表3、追補表）、ほとんど例外なく1884年あたりから漸次減少してくる。これも自分（高木）が断行した食事の改善のたまものであり、したがって、この改善食は脚氣に効くのは当然のことながら、脚氣以外の疾患に対しても有効なのだ、というのである。筆者がこの論文を初めて読んだ時は、「脚氣以外の患者が同じころから減少しては（病因追究の観点からは）困るではないか」と心配したものである。ところが高木は困るどころか、それを逆手にとって自分の改善食はかくも多くの疾患に効くのだというのである（彼にとっては病氣の特異性などを議論するより、“万病にきく処方箋”の方が大切なのである）。現在のわれわれの常識では、各々の疾患には、それぞれ違った「原因」があり、したがって、その結果としての「疾病」もちがってくるのだ、と理解している。脚氣の原因は他の疾患の原因ではありえず、脚氣に対する理にかなった治療法は脚氣以外の疾患に効いてはならないのである。だから表3や追補表の如き結果をみせられると、改善食は脚氣とは無関係に、ただ食欲を増して、からだ全体の栄養状態をよくしただけかもしれない……。苦勞してきた脚氣の研究もこれで無駄になってしまったのではないかと悲観するのである。実は動物実験でもこのようなことにはしばしば遭遇する。例えば、実験群にあるビタミンを欠乏させて飼育実験を行うと、対照群は普通どおりよく

食べよく成長するのに、実験群は食欲を失い、成長を停止し、また病気にかかり、死ぬものもでてくるのである。ビタミン研究の初期には、ほとんどがこのような実験であった。考えてみると、この実験群（ビタミン欠乏群）の病的状態はビタミン欠乏のみによる直接的結果ではなく、実はビタミン欠乏に付随する食欲不振の影響がかなり大きいのである。現代の解析的（ともいうべき）ビタミン学では、このような問題を併行飼育（pair feeding）という方法で解決している。すなわち、実験群（ビタミン欠乏群）が摂取した食餌の量だけしか対照群に与えないのである。こうすると食欲の影響は消去され、ビタミンを摂ったか、摂らなかったか、だけの差が出てくることになる。要するに、生物体は全体的統一体であるので、一つの原因が蓐蔓式に多くの結果として現れることが多いのである。

しかしながら表3を冷静に先入観なしに見るかぎり、脚気の減少速度の大きいことは他の疾患の比ではないのであり、兵食の改善はもっぱら脚気に有効であったと断言してよいのである。他の疾患に対するその影響はむしろ一般状態改善による二次的なものと考えるべきであろう。

高木の研究内容、研究態度と、彼とほぼ同じころ脚気の研究をしていたエイクマンのそれを比較することは後進のわれわれにとって大変参考になるこ

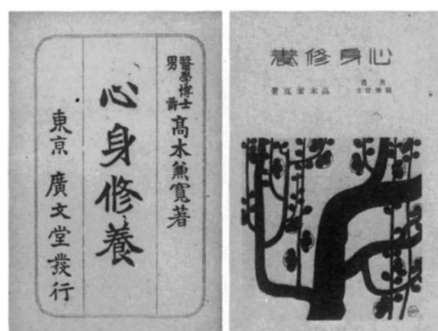


Fig. 6. これは高木兼寛の著書の一つであるが、内容は書名「心身修業」から分かるように、彼が行った国民衛生、精神修養に関する多くの講演、談話類を集めたものである。右左はそれぞれ表紙、中表紙。1916年発行である。

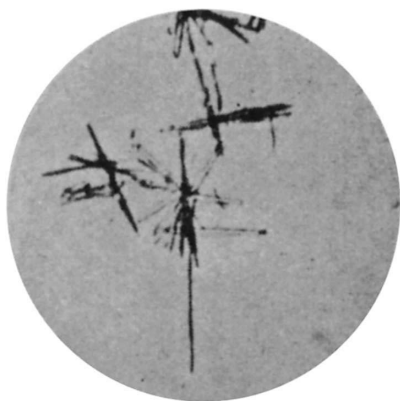
とが多い。高木が脚氣の原因を「食物中の窒素，炭素両要因のアンバランス，すなわち炭水化物に対する窒素性物質（蛋白質）の相対的不足」と解釈するのに対し，エイクマンの方は脚氣は「白米に含まれる毒性物質によっておこされ，米糠中の解毒物質の中和によって治癒する」と解釈するのである。この二つの学説は「両要因なり両物質が相対立し，そのアンバランスが脚氣という病気を惹起する」という点で大変類似している。そして両学説とも，まだその延長線上にビタミンという新しい栄養素の顔は見えていない。どちらかというが高木の方が“窒素対炭素”といったやや抽象的であるのに対し，エイクマンの方は“毒物－白米，解毒物－米糠”というふうにやや具体的である。具体的といっても脚氣の原因を実体（物質）的に追求するのにやや有利か，といった程度である。ところが，研究に対する二人の考え方の違いは，その後の経過に大きく影響することになる（Table 5 参照）。

高木はその後，彼の“栄養欠陥説”をさらに実体的に掘りさげる意欲をほとんど示さない。論文でも初めのものには“窒素炭素の不均衡”といった言葉がしばしば出てくるが，後になると次第に少なくなり，この論文 IV では一度もみられない。後年（1906 年）セント・トーマス病院医学校で三日にわたる連続講演でも，脚氣の成因についてはごく簡単にすませ，それより海軍兵食の改善後，脚氣患者がいかに減少したかという現象面を熱をこめて語っている。論文 IV を発表してからの彼は，もっぱら社会に向けての実践活動に変わっていく。この活動の中にはもちろん医学校や病院（後の東京慈恵会医科大学，同附属病院，ならびに慈恵看護専門学校）の建設といったものもあるが，脚氣の予防を含めた国民体育に関する国家的規模の啓蒙運動にも情熱を傾けていく（Fig. 6 参照）。鈴木梅太郎が米糠から抗脚氣成分を分離したといって，日本の学会が興奮している時（1912 年）にも，彼は全国を股にかけた行脚三昧，講演三昧に明け暮れている（1910 年ごろから 1920 年この世を去る時まで）に計 1,400 回の講演，講演対象は 70 万人にもなるといわれている）。

一方，エイクマンの方は，ジャバにおける脚氣の研究が一段落すると，その後の研究は弟子グリーンズに委ね，ひとまず本国オランダに帰国している（1896）。帰国後，彼はユトレヒト大学衛生学教授となり，その立場の研究（「熱

帯性貧血」「熱帯住民の消費カロリーと蛋白質の問題」など）はしているが、ジャワにおける弟子達の脚気に関する研究成果から片時も眼をはなしていない。そして弟子グリーンズは、遂に米糠の中に未知の必須栄養素があり、これが脚気を予防ないし阻止する実体であることを主張するに至るのである（1901年）。しかし、この考えは彼（エイクマン）のそれとはかなり異なるものであり、師弟間の論争に発展するが、この対立も5年程で終わり、遂にエイクマンの方が折れ、グリーンズの主張に同調することになる。そしてその後は米糠中の実体としてのこの抗脚気因子に彼は異常な関心をもち続けるのである。やがてジャワの研究所のヤンセンとドナートが米糠から同因子（ビタミンB₁）を結晶としてとり出す時（Fig. 7）、エイクマン派の業績は最高に達するのである。世界各国の研究者はその後エイクマン派とともに次々と軌道修正しながらビタミンB₁の単離、構造決定、さらにはその作用機序の解明にひた走るのである（序ならびに Table 5 参照）。

飛躍的に発展するこの時期に、高木は一体どのような感懷でこれらを眺め



Crystals of vitamin B₁ hydrochloride.
(Jansen and Donath)

Fig. 7. 抗脚気作用の実体—ビタミンB₁の結晶—。ヤンセンとドナートによって初めて単離されたもの。

ていたのであろうか。グリーンズが抗脚気成分が米糠に局在すると発表したのが1901年高木が53歳の時、フレーザーらがこの成分をアルコールエキスとしてとり出した（したがって、高木の主張する蛋白は関係していないことがほぼ明らかになった）のが1907年高木59歳の時、そして鈴木が米糠から同成分をオリザニンとして単離したと主張したのが1912年高木64歳の時である。まだまだ血氣盛んであったはずである。しかもこのころになると、彼のつくった医学校には、永山武美（本学医化学初代教授）という新進の生化

学者が育っている(1908年高木60歳の時、永山は24歳で同校生理医化学教室の助手になっている)。永山を激励指導すれば自分の学説の成否を問うことも出来たし、さらには台頭しつつある新しい栄養学の主流に乗れたはずである。ここで彼は大いに焦ってよいはずである。ところが妙なことに少しも焦る風がみえないのである。焦るところか、永山にそのような研究を指令ないし指導したことなど一度もなかったという(そのころ永山は抗壞血病因子ビタミンCの研究に入りつつあった)。さらに奇妙なことに永山がより基礎的な研究に入ろうとするとそれをあまり喜ばなかった風さえみえる。永山によると、当時の医学校は規模が小さく、実験器具を買うにも高木校長の許可が必要であったらしいが、校長先生の前でその旨を述べると“その研究は人間の病気を治すのにどれほど役に立つか”と眼光するどく念を押され、大抵は気後れしてそのまま帰ることが多かったという。何ともユーモラスな光景ではあるが、高木の研究に対する姿勢の一面を現すものとして興味深い。

これまで凡俗な研究者には到底理解できないような高木のいくつかの行動にふれてきた。これらの行動は高木のどのような価値観、つまり思想に由来するのだろうか。ある人物の思想を「〇〇主義」といった表現で律するのは大変危険かもしれないが、一応ここには高木の行動を最もよく説明できる思想としてプラグマチズム(実用主義)を挙げてみたい。そのプラグマチズムにしてもイギリス留学から学んできたものというより、その可成りな部分はむしろ生来的なものではなかったろうか。

元来、プラグマチズムの最も特徴的な点は“真理”というものに対する考え方であるといわれる。それによると“真理とは我々の実践活動に有用に働くものであり、必ずしも客観的実在を反映するものではない。つまり有用であるかどうかは真理の尺度である。極端な場合、宗教的迷信といえどもそれが一時の生活にとって有用であるならば、それは真理とみなしうる”というのである。したがって、あるプラグマチストに脚気の原因について語らせると、このようにならないだろうか。“脚気の原因についての学説にしても客観的なものではなく、脚気を治すのに有用であるか、ないかにかかっている。高木の提出した学説はその時代に脚気を治すのに大いに有用であったが故に真理

である。それ以上に真理をひねってみても意味がない”と。この言葉は、高木自身がよく口にしたという“脚気の予防が確立されたからには、それ以上原因について研究する必要はあるまい”という言葉と何と似ていることであろう。この高木の言葉は、事実としては東京大学を中心としたドイツ学派的批判に対する皮肉をこめた反批判の言葉であるが、プラグマチストらしい彼の信念のあらわれとみることもできる。

しかし一般には自然科学における真理の認識は、現象論的段階、実体論的段階、本質論的段階の三段階を経て飛躍的に深くなるといわれる。このような真理認識の深化に伴って、人類に対する恩恵もまた飛躍的に増幅されることは言うまでもない。脚気の発生が食事の改善によって予防できるという段階を一応現象論的段階とするならば、物質としての単離・構造決定などは実体論的段階に達したことを意味する。さらにビタミンの補酵素としての働きの発見はようやく本質論的段階の入口に到達したことを意味している。このようにみると高木の研究は現象論的段階で始まり、同じ現象論的段階で終わってしまったといつてよい。エイクマンの場合も、個人的レベルでは実体論的研究を目指しながらも現象論的段階で終わっている。しかし、これをエイクマン学派としてみるならば、その後継者たちによって完全に実体論的段階に到達している。高木の場合、学派をつくろうとせず、そして実体論的段階を目指すこともなく、したがってまたビタミン発見の流れに入ることもなかった。このため彼高木兼寛の名は栄養学の歴史書には必ず引用され高く評価されながら^{*16)}、ビタミンの研究論文に引用されることは少ない。日本において脚気の実体論的研究のために孤軍奮闘した鈴木梅太郎の論文^{*17)}にしても、エイクマンの鶏の白米病の実験は引用しても、高木兼寛の練習艦をつかった状大なしかも見事な実験は引用していない。

^{*16)} 最近出版された栄養学の歴史書 *Nutrition and Nutritional Diseases*/K.Y. Guggenheim 著/Collamore Press (1981) にも、高木兼寛の名は何度もあらわれ、彼の略歴なども詳しく紹介されているが、反対に鈴木梅太郎の名は一度も登場してこない。先駆者として西欧人に与えたインパクトの大きさから云えば、当然の扱いといわれる。

^{*17)} Suzuki, U., Shimamura, T. und Odake, S., *Biochem. Z.* 43: 89-153, 1912.

高木が没して 35 年後 (1955) かつてウイリアムスやウィンダウスに先がけてビタミン B₁ の構造決定に参加した牧野 堅が高木のつくった医学校 (東京慈恵会医科大学) に医化学教授として招聘された。これは偶然のことではあったが、もし高木が在世だったら、やはり衷心喜んだのではないだろうか。

高木はこのように自分の研究をビタミンの研究に直結することはできなかったが、ビタミン発見の 30 年も前に、脚気の原因が栄養の欠陥にあることを証明し、ビタミンの存在を予測させた最初の人であった。このことは、コッホがコレラ菌を発見する 30 年も前 (1854) に、スノー (英国) がコレラの原因が飲料水の中にあることを証明したことに酷似している。スノーは現在「近代疫学の父」と呼ばれているが、同じ意味で高木は「ビタミンの父」と呼ばれるに相応しいのかも知れない。