原 著

某バナジウム工場従業員の特殊健康診断成績

白 谷 三 郎*, 西 山 邦 隆*, 佐 藤 郁 雄*
 松 浦 喜 美 夫*, 沢 田 幸 正*, 川 畑 武 裕**
 細 川 可 興***, 和 泉 四 郎***

RESULTS OF THE SPECIAL PHYSICAL EXAMINATION OF WORKERS IN A VANADIUM PLANT

Saburo USUTANI†, Kunitaka NISHIYAMA†, Ikuo SATO†, Kimio MATSUURA†,
 Yukimasa SAWADA†, Takehiro KAWABATA††, Yoshioki HOSOKAWA†††
 and Shiro IZUMI†††

Special physical examinations were made in order to find out the actual status of damages to health that had broken out in a factory collecting V_2O_5 from iron sand; and the following results were found:

1. Pharyngitis and bronchitis were found in 25% of the workers exposed to vanadium, but neither pneumonia nor hepatitis was observed.
2. Among the subjective and objective symptoms, respiratory irritation and discoloration of the tongue were frequent.
3. Black spot-like pigmentations gathering in a zonal form 1-2 mm wide in the transitional part and oral mucosa of the upper lip were found. Prevalence rate of this sign was 14.3% in the workers exposed to vanadium.
4. The mean value of total serum protein and the serum cholesterol in the exposed workers were lower than those in the controls. The difference in the values between both groups is statistically significant.
5. Both the mean values of vanadium concentrations in urine and its creatinine ratios in the exposed workers were twice to three times those in the controls; however, these parameters decreased to about one third in two months by improving the health and environmental control-measures.
6. Draft items to be checked in special physical examinations of workers handling vanadium have been proposed.

I. は じ め に

砂鉄を原料として五酸化バナジウムの精錬を始めた工場の従業員に、咽頭痛、咳をはじめ呼吸器症状や緑舌を

訴える者が多発した。そこで、従事者に対する第1次健診の資料をもとに労働基準局の依頼によって第2次健診を行なった結果について報告する。

II. 調 査 方 法

1. 対 象 者

当工場のバナジウム製造班は、粉碎、焙焼、湿式処理、熔解・五酸化バナジウムフレーク製造などの4工程から構成されており¹⁾、昭和47年4月以降、作業員28名が2交代勤務を行なっている。

このように従業員数が比較的少人数であり、また第1次健診後に班員の配置転換などの移動もみられたので、第1次健診で選別された異常者のみを健診するという方

* 弘前大学医学部公衆衛生学教室

** 弘前大学医学部耳鼻咽喉科学教室

*** 青森県公害センター

昭和53年1月25日

† Department of Public Health, Hirosaki University School of Medicine

†† Department of Oto-, Rhino and Laryngology, Hirosaki University School of Medicine

††† Aomori Research Center for Environmental Pollution

Received for publication, January 25, 1978

Table 1. Comparison of persons with some health disorders in exposed group and control group.

	Exposed group			Control group D
	A	B	Total	
Number of subjects	19	9	28	10
Pharyngitis	1	2	3 (10.7%)	0
Bronchitis	3	0	3 (10.7%)	0
Complication of pharyngitis and bronchitis	1	0	1 (3.6%)	0
Cheilosis	1	3	4 (14.3%)	0
Anemic tendency	2	1	3 (10.7%)	0
Hypertension	4	2	6 (21.4%)	5 (50.0)

A: group exposed for 6-10 months, B: group exposed for 1-3 months

式はとらず、バナジウム製造班全員を対象（バナジウム暴露群）とするともに、バナジウムと接触の少ない事務職員 10 名を対照群として比較検討することにした。

2. 項目

ボイラー清掃作業従事者など五酸化バナジウム取扱者については基発 271 号により特殊健康診断の実施が勧奨されており、その内容についても試案²⁾が公表されている。そこで、この試案のうち肺機能検査など現地での実施が困難なものを除き、その他の内容について実施した。

3. 期日

昭和48年1月27日に健診を行なったが、尿中バナジウム濃度のみは同年3月20日にも再度測定して経過を観察した。

III. 調査結果

対象者によってバナジウム製造従事歴に多少の差がある。しかし、異常者が続発し、その毒性問題が大きく提起される前（昭和47年12月末まで、A群）と、それ以後の就業者（B群）とでは、バナジウムの暴露状況に大差があると考えられた。そこで、この両群、両者合併群（バナジウム暴露群、C群）と対照群（D群）の4群について比較・検討することにした。

1. 有病率の群別比較

健診の結果を Table 1 に示す。

患者は呼吸器疾患が最も多く、咽頭炎、気管支炎がそれぞれ3名（10.7%）、両者が合併したもの1名（3.5%）で、計7名（25.0%）に認められた。なお、1次健診のさいにあわせて撮影されたX線フィルムについて異常所見の有無を検討したが、肺炎を疑うに足る症例は認められなかった。

次いで多いのは高血圧で、WHO の基準（160/95 mm

Hg）によって選別すると、暴露群は6名（21.4%）となった。しかし、対照群の50%に比べて有病率は低い傾向がある。統計学的な有意差はないが、このような低率傾向は後述する血清コレステロール値の低水準とも関係しているように思われ、注目に価する。一方、口唇炎が暴露群に4名（14.3%）にみられたが、暴露歴の少ない群にも多いことから、これはバナジウム暴露と直接的な関連は少ないように思われた。

さらに、全血比重1.054以下、ヘモグロビン14g/dl以下、の両条件をみたしたものを貧血傾向者とする、対照群では該当者がみられなかったのに対して暴露群では3人（10.7%）に認められた。これの原因には、前述した口唇炎の多発傾向と符節を同じうするようと思われる。

なお、血液検査の結果、血清 GOT、血清 GPT が正常値よりもやや高いものが暴露群に1名みられたが、心疾患の既往歴があり、血清コレステロール値が300mg/dlと高く、尿中バナジウム濃度は6.3μg/lと低いことから、この異常は既往疾患に由来したものと考えられた。

2. 自、他覚的所見の群別比較

結果を Table 2 に示す。

最も多い症状は舌色の異常で9名（32.1%）に、これが認められた。この比率は、判定基準のみならず時点有病率か期間有病率かによっても大きく異なるが、本調査の時点有病率は渡辺ら³⁾の69.2%より低く、Vintinner⁴⁾、Wyers⁵⁾の41%、Lewis⁶⁾の37.5%などの報告と近似している。

いま、この色調や状態をコーア製眼底カメラで撮影し、症例の一部を Fig. 1 に示した。舌の着色は軽度緑色、一部黒褐色を呈するものが多く（Fig. 1-A, B）、なかには黒褐色のみのもの（Fig. 1-C）もみられており、

Table 2. Prevalence rate of persons with abnormal sign or abnormal values in both groups.

	Exposed group			Control group
	A	B	Total	
Complaint of abnormality in respiratory organ	5	2	7 (24.9%)	0
Abnormality by auscultation	0	0	0	1 (10.0%)
Discolouration of tangle	9	0	9 (32.1%)	1 (10.0%)
Abnormality of the eye	0	0	0	0
Pigmentation of finger-tip	2	3	5 (17.9%)	0
Hyperkeratosis of palm	2	2	4 (14.3%)	0
Tremor of finger	2	1	3 (10.7%)	0
GOT (over 40 U) or GPT (over 35 U)	1	0	1 (3.6%)	0
Serum cholesterol (over 230 mg/l)	0	1	1 (3.6%)	3 (30.0%)
ALP (over 9 U)	6	6	12 (42.8%)	1 (10.0%)
Protein, Sugar and Urobilinogene in urine (over+)	0	0	0	2 (20.0%)
Vanadium in urine (over 30 µg/l)	2	0	2 (7.1%)	0

A : group exposed for, 6-10 months, B : group exposed for 1-3 months.

成書の記載から推測されるような典型的な緑舌症は認められなかった。

さらに、舌色異常とともに、上嘴唇の口腔粘膜と移行帯境界部に幅 1 ~ 2 mm, 帯状に集簇した黒色点状の色素沈着のあるもの (Fig. 1-D) が 4 名 (14.3%) にみられた。これは強く拭拭しても変化せず、硬結や知覚異常も認められない。この所見については既報文献には記載されていないが、何らかの原因によって口唇粘膜下に浸潤したバナジウム化合物によるものと思われた。

次いで多い症状は呼吸器の異常に関する自覚であって、おもに咽頭痛、咳がでる、痰が多いなどの内容で、7 名 (25%) に認められた。この比率は、渡辺らの 93 %, Lewis の 62% にくらべると低い。また西山⁷⁾ らは、ボイラー清掃作業員の健診で咽頭部の発赤が顕著 (58%) にみられたと述べているが、本健診では 3 名 (10.7%) に認められたにすぎなかった。

このように呼吸器刺激症状が諸家の報告にくらべて低かった理由として、調査の時期が異常者の多発しはじめた急性期をすぎ、個人防護 (マスク装着、含嗽など) の徹底によってバナジウム暴露が減少しはじめたところに行なわれたという、時期的なズレがあげられる。これは、吸入されたバナジウムは比較的早く吸収され、肺内での停留は短いとする Sjöberg⁸⁾ や Massmann⁹⁾ らの実験結果からも十分に推測される。

次いで多かった所見は、指先の黒色の着色、手掌部の

黄色の着色や角化などであった。前者はバナジウムスラグの粉碎工程での手選鉱や五酸化バナジウムフレークの袋詰作業などと関連があるように思われたが、後者は、既往に高熱物体や重量物の把持、運搬の経験と関連があるように思われ職業性皮膚変異に類するものと考えられた。

手指しんせんも暴露群の 3 名 (10.7%) にみられたが、尿中バナジウム濃度が低く、呼吸器の異常もなく、3 名とも高血圧であるためバナジウムとの関連はあまりないように思われた。

血清生化学的検査のうち最も多いのは血清アルカリ性ホスファターゼ値がやや高いものであり、暴露群で 42.8 % にみられている。しかしいずれも軽度の上昇であり、対照群との間に統計学的な差は認められなかった。

3. 血液検査成績の群別比較

健診のさいに肘静脈から約 10 cc 採血し、その場で全血比重を測定、全血と血清に分取・氷冷して持ち帰り、ヘモグロビン量 (シアノメトヘモグロビン法)、血清総タンパク量 (屈折計法)、血清 GOT、血清 GPT (Reitman-Frankel 法)、血清アルカリ性ホスファターゼ値 (Kind-King 法)、血清 TTT (MacLagan 法) などについて測定した。

群別平均値±標準偏差を Table 3 に示す。

各平均値の群間差について統計学的検定を行なうと、平均年齢、全血比重、Hb、血清 GOT、血清 GPT、血清

Fig. 1. Photographs showing various kinds of discolouration of the tongue due to vanadium exposure.

A, B : greenish-black, C : brown, D : black. Note the black spot-like pigmentation gathering in a zonal form in upper lip.

Table 3. Comparison of blood properties.

	Exposed group			Control group	Variance ratio between three groups (A, B, D)
	A	B	Total C = A + B	D	
Number of subject	19	9	28	10	
Age	34.4 ± 6.6	35.7 ± 7.4	34.8 ± 6.9	38.6 ± 7.8	1.04
Specific gravity	1.057 ± 0.0024	1.056 ± 0.0019	1.057 ± 0.0023	1.058 ± 0.0014	2.58
Hemoglobin (g/dl)	15.8 ± 1.0	15.4 ± 0.9	15.7 ± 1.0	16.5 ± 1.3	2.03
Serum protein (g/dl)	7.3 ± 0.3	7.5 ± 0.4	7.3 ± 0.3	7.6 ± 0.4	3.81*
Serum cholesterol (mg/dl)	154.0 ± 26.0	184.8 ± 44.6	163.9 ± 36.1	206.7 ± 31.5	8.30**
Serum ALP (K.U.)	8.6 ± 2.6	9.2 ± 1.5	8.8 ± 2.3	7.6 ± 1.8	1.14
GOT (U)	15.3 ± 5.4	17.4 ± 12.0	16.0 ± 8.2	15.7 ± 7.2	0.21
GPT (U)	14.6 ± 5.5	16.2 ± 8.5	15.1 ± 6.6	14.7 ± 7.4	0.17
TTT (U)	0.94 ± 0.49	1.47 ± 1.30	1.11 ± 0.88	1.18 ± 0.76	1.18

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

A: group exposed for 6-10 months, B: group exposed for 1-3 months

ALP, 血清 TTT などについては群間に差を認めなかったが, 血清タンパク, 血清コレステロール量においてはいずれもバナジウム暴露群のほうが対照群に比べて有意に低く, 3 群間では, A 群 < B 群 < D 群という順位になっている。

この結果は, 暴露群の血清コレステロール値は対照群に比べて低い値が得られたという Lewis¹⁰⁾ の成績と一致している。

4. 尿中バナジウム濃度とその濃度補正值

就業時 (a.m. 8:30) に放尿させ, 以後 p.m. 3:00 までの蓄尿について, ただちに尿量, 尿比重を測定したのち, 8-Quinolinol による比色定量法¹¹⁾ によって尿中バナジウム濃度を測定した。

単位尿量当たりのバナジウム濃度は, 発汗や飲料水摂取などの多少によって生じる尿の濃度が測定値を変動させる懸念があるので同時に尿クレアチニン量を測定し, 尿中バナジウム濃度をこれで除してクレアチニン補正を行なった。

バナジウムの異常吸収の指標とされる 30 $\mu\text{g/l}$ 以上の排泄量を示したものは尿中バナジウム量を測定しえた 27 名中の 2 名 (7.4%) であって, 最高値は 35.2 $\mu\text{g/l}$ であった。また, 20 $\mu\text{g/l}$ 以上のものにしても 8 名 (29.6%) にすぎなかった。

しかし群別平均値として比較すると Table 4 のごとくで, 対照群では 6.0 ± 5.6 $\mu\text{g/l}$ の水準であったのに対して, A 群, 15.5 ± 10.1 $\mu\text{g/l}$, B 群, 9.0 ± 5.2 $\mu\text{g/l}$, 暴露群 (C 群), 13.6 ± 9.4 $\mu\text{g/l}$ となり, 暴露群の濃度は

対照群の倍量を上回っている。暴露群についてのこの値は, Lewis¹⁰⁾, Williams¹²⁾, 渡辺³⁾, 西山⁷⁾, など諸家の報告例よりはやや低値であった。これは前報で述べたように, 一交代勤務時間内の作業場の気中五酸化バナジウム濃度が最高値を示した粉碎工程でも 64.3 $\mu\text{g/m}^3$, 他は 10 $\mu\text{g/m}^3$ 以下であったごとく平均的に低いレベルであったことや個人防護がかなり徹底して行なわれたことなどが関連しているのであろう。

いずれにしても, 尿中バナジウム濃度ならびにそのクレアチニン補正值は, A 群 > B 群 > D 群となっており, 前述した舌色異常や呼吸器の異常などの群別有症率の順位や, バナジウムが血液脂質代謝を阻害することに起因すると思われる血清コレステロール量, 血清総タンパク量などの想定順位とも一致した傾向を示しており, 集団としてみた dose-response relationship を示しているように考えられる。

なお参考までに, バナジウムクレアチニン補正值と血清 GOT, 血清 GPT, 血清 ALP, 血清 TTT などの諸値との相関を検討したが, 両者間には有意な相関は得られなかった。

5. 諸検査成績の経時変化

第 2 次健診は 1 次健診から約 1 か月を経過しており, 作業員の配置転換も行なわれていた。そこで前回の健診を受診した 19 名について, その経時的変化を検討した。

1) おもな自, 他覚的所見の推移

呼吸器の異常は, 前回の 11 名/19 名 (57.9%) から 5

Table 4. Vanadium in urine and its creatinine ratio.

(Mean±S.D.)

	Exposed group			Control group D	Analysis of variance between three groups (A, B, D)
	A	B	Total		
Number of persons examined	19	8	27	10	
Volume of urine (ml)	454.2±173.5 (208~850)	418.3±196.5 (165~862)	443.6±181.4 (165~862)	358.0±126.7 (155~590)	
Specific gravity of urine	1.022±0.0047 (1.012~1.030)	1.021±0.0046 (1.012~1.028)	1.022±0.0047 (1.012~1.030)	1.021±0.0039 (1.015~1.027)	
Creatinine (mg/l)	1113.3±473.4 (529~2059)	1039.1±460.1 (305~1758)	1091.3±470.7 (305~2059)	1139.4±338.9 (734~1895)	
Vanadium (μg/l)	15.5±10.1 (3.0~35.2)	9.0±5.2 (3.0~21.5)	13.6±9.4 (3.0~35.2)	6.0±5.6 (φ~18.5)	*
Vanadium Creatinine ×1000	16.3±13.9 (2.9~62.9)	8.9±2.7 (4.4~13.1)	14.1±12.2 (2.9~62.9)	5.3±5.1 (φ~17.3)	*

φ: traces, * $p < 0.05$.Table 5. Changes of measured values on 19
same persons.

Date	1972. 12. 18	1973. 1. 27
Blood pressure		
{max. (mmHg)	138±15	134±18
{min. (mmHg)	81±7	80±12
Hemoglobin (g/dl)	15.1±1.1	15.8±1.0
Serum total protein (g/dl)	7.6±0.3	7.3±0.3
Serum cholesterol (mg/dl)	197±22	154±26
GOT (U)	32.8±14.6	15.3±5.4
GPT (U)	21.2±13.4	14.6±5.5
ALP (KA)	8.3±3.4	8.6±2.6

名 (26.3%) に減少していたが、舌色異常は 6 名 (31.6%) から 9 名 (47.4%) に増加していた。これは舌色異常の判定基準の差がおもな原因であろう。

なお Table 5 に示したように、血圧平均値は両回で差がなかったが、血清コレステロール量、血清 GOT、血清 GPT などは 2 次健診のさいに低減した。血清 GOT、血清 GPT などのこの変化はバナジウム暴露量の減少に伴う変化として理解できるが、血清コレステロール量はバナジウム暴露の減少によってその合成阻害は緩解されたとの見地にたつと、その値は前回より増加すべきであるがかえって減少していた。このような矛盾する結果が得られた原因の一つとしては測定方法の差が考えられる。ちなみに前回は Zak-Henly 変法によって測定されたが今回は前述した Zurkowski 法であり、前者は後者

よりもやや高値にしやすいことが認められている¹³⁾からである。

2) 尿中バナジウム濃度の推移

第 2 次健診の約 2 か月後に再度 18 名について尿中バナジウム濃度を測定した結果を Fig. 2 に示す。

初回に 30 μg/l を上回っていた 2 名も次回には 20 μg/l 以下に減少し、前回値よりやや増加を示した 1 名以外はすべて減少している。両回の平均値±標準偏差は

	初 回	次 回
尿中バナジウム濃度 (μg/l)	18.4±6.3	6.3±6.0
同上クレアチニン補正值		
(バナジウム値 クレアチニン × 10 ³)	18.9±12.7	5.5±5.5

のごとくであって、尿中バナジウム濃度で次回は初回値の 34.2%，同クレアチニン補正值は 29.1% となっている。

一般にバナジウムの排泄は早く、24 時間で 6 割が排泄され、しかも尿と尿の排泄比率は 5 : 1 で尿に多く排泄されるとされている¹⁴⁾。したがって上記の結果は急激にバナジウムの暴露が減少されていったことを示すものであろう。

IV. 考 察

わが国におけるバナジウムによる健康障害は、重油だきボイラーの清掃作業、あるいは同残渣灰からバナジウムを回収、精製する過程で発生する事例^{15,16)}が過半を占め、咽頭発赤、眼痛、緑舌症、気道刺激、上気道炎、気管支炎、肝炎などの炎症や疾患が発生している。

Fig. 2. Changes of vanadium concentrations in urine.

しかし、砂鉄から五酸化バナジウムを精錬する過程で発生した健康異常は、わが国では本例が最初である。生産設備の配置経過と生産量、保健対策と健康異常の相互関係を調査すると、生産が最高であった昭和47年10月でも、安全衛生設備が不備なままに生産が続けられており、咳がとれない、のどがイライラする、緑舌などの主訴で受診し、気管支炎、咽頭炎などとして治療をうけていたようである。

バナジウムスラグ取扱い者についての健康異常を報告した例として Trautmann¹⁷⁾ は製鋼工場で気管支炎や結膜炎の発生をみているが、Massmann ならびに Opitz¹⁸⁾ は1.5%以上のバナジウムの含有するスラグに暴露された62名の男について検討した結果、職業的な異常はみられなかったという。

このように事例によって発症状態が異なるのは、工場の環境衛生対策や個人防護の程度に係る問題なのであろう。ちなみに Hudson¹⁴⁾ はバナジウムスラグを原料とするこの種の製造工程で発生する健康異常は、ヨーロッパでは前世紀末ならびに第1次世界大戦直後に発生したが、近年における発生がまれになったことは工場の衛生状態の改善によって危険が減じたことにあるとのべている。

本例は、銑鉄の生産に従事していたものの一部がバナジウム生産に転換したため、銑鉄の生産と同じような考え方や態度で生産に従事したことが、健康障害を招いたように思われた。

本調査の経験から、前述した五酸化バナジウム取扱い者の健康診断試案²⁾ についての若干の見解をのべる。

第1次健診項目では、バナジウムへの暴露指標として

Table 6. Draft items to be checked in special physical examination of vanadium handling workers.

I. Items of primary health examination

1. Investigation of occupational history
2. Symptoms of respiratory tract: paroxysmal severe cough, chronic productive cough, irritation to nose and throat, chest pain, dyspnoea, and palpitation.
3. Conjunctivitis, rhinitis, pharyngitis.
4. Discolouration (greenish-black, dark brown) of tongue and lips and tartar.
5. Irritation of skin and seborrhea-like eczema
6. Measurement of blood pressure
7. Measurement of vital capacity and timed vital capacity
8. Urobilinogen in urine

II. Items of secondary health examination

1. Investigation of working conditions
2. X-ray examination of breast
3. Measurement of vanadium in urine
4. Test of visual acuity
5. Lung function test
6. Liver function test

重要なのは呼吸器、眼などの粘膜刺激症状と舌色異常であり、肺活量や血圧については既往測定値との対比を行なわない限り、個人の正常・異常の判定にはあまり大きな意義はもたせない。

また、チェックすべき症状としてあげられている手指しんせんも意義は少ないように思われる。

第2次健診項目では、その第4項として、「肺換気機能検査、血清コレステロール測定または尿中バナジウム測定のうち医師の必要と認める検査」として尿中バナジウム量測定は選択項目にあげられている。

バナジウムは尿中より24時間以内に61%が排泄され、暴露が中止されると鋭敏に減少するといわれる¹⁴⁾ように急性暴露の程度を示すよい指標であり、肺機能検査、血清コレステロール測定にくらべると診断的価値はより大きいと考えられる。したがって選択項目でなくて必須項目とすべきであろうと考える。

以上から参考までに前述した試案の修正案をTable 6に示した。

V. 結 論

砂鉄から五酸化バナジウムを生産する工場で発生した健康異常の実態を知るために特殊健康診断を実施して次の結論を得た。

- 1) バナジウム暴露群のうち25%に咽頭炎や気管支炎が認められたが、肺炎や肝炎は認められなかった。
- 2) 自他覚的所見のうち有症率の高い症状は、呼吸器刺激症状と舌の着色であった。
- 3) 上口唇の口腔粘膜と移行帯境界部に幅1~2mm、帯状に集簇した黒色点状の色素沈着が14.3%に認められた。
- 4) 血清総タンパク濃度と血清コレステロール値は対照群に比べてバナジウム暴露群が有意に低かった。
- 5) 尿中バナジウム濃度ならびにそのクレアチニン補正值は、対照群にくらべて暴露群は2~3倍であったが、2か月後には約1/3に減少していた。
- 6) 本調査の経験から、バナジウム取扱いの特殊健診項目の試案修正案を提案した。

文 献

- 1) 臼谷三郎, 西山邦隆, 佐藤郁雄, 細川可興, 和泉四郎: 某バナジウム精錬工場の環境調査, *産業医学*, 21: 11—20, 1979.

- 2) 山本秀夫: 安全衛生法—健康管理のすゝめ方, 118, 日本医事新報社, 1973.
- 3) 渡辺 弘, 村山ヒサ子, 山岡茂夫: バナジウム取扱いの作業に関する臨床的知見, *産業医学*, 8: 385—389, 1965.
- 4) Vintinner, F. J.: Study of the health of workers employed in mining and processing of vanadium ore, *Arch. Ind. Health*, 12: 635—642, 1955.
- 5) Wyers, H.: Some toxic effects of vanadium pentoxide, *Brit. J. Ind. Med.*, 3: 177—182, 1946.
- 6) Lewis, C. E.: The biological action of vanadium—The signs and symptoms of occupational vanadium exposure, *A. M. A. Arch. Ind. Health*, 19(5): 497—503, 1975.
- 7) 西山敬太郎, 鈴木泰夫, 藤井信男, 西殿元彦, 梶本雅俊: バナジウム取扱いの者の調査成績, *産業医学*, 14(2): 169, 1972.
- 8) Sjöberg, S. G.: Vanadium pentoxide dust; Clinical and experimental investigation on its effects after inhalation, *Acta Med. Scand.*, 138: 1—188, 1950.
- 9) Massmann, W.: Experimentelle Untersuchung über die Biologische von Vanadinverbindungen, *Arch. Toxikol.*, 16: 182—189, 1956.
- 10) Lewis, C. E.: The biological action of vanadium (I) Effects upon serum cholesterol level in man, *Arch. Ind. Health*, 19: 419—425, 1959.
- 11) Robert, J. N. and Wanda, B. B.: Colorimetric determination of the vanadium content of residual oils by 8-Quinolinol, *Anal. Chem.*, 32: 1141—1143, 1960.
- 12) Williams, N.: Vanadium poisoning from cleaning oil-fired boilers, *Br. J. Ind. Med.*, 9: 50—55, 1952.
- 13) 丹羽正治, 北村元仕編: 臨床化学分析 (III) 糖および脂質, 71—90, 東京化学同人, 東京, 1966.
- 14) Faulkner Hudson, T. G.: Vanadium, Toxicology and Biological Significance, 112, Elsevier, London, 1964.
- 15) 労働省労働基準局労災防止対策部労働衛生課: 職業病事例—五酸化バナジウム中毒, *労働衛生*, 8: 65—67, 1967.
- 16) 労働省安全衛生部編: 改訂 特定化学物質等作業主任者テキスト, 49—50, 中央労働防止協会, 1976.
- 17) Trautmann, H.: Machen die Erkrankungen durch Vanadium Pentoxyd eine Ergänzung der Berufskrankheiten Verordnung erforderlich?, *Arch. Toxikol.*, 15: 284—288, 1955.
- 18) Massmann, W. and Opitz, H.: Bemerkung zur arbeitsmedizinischen Bedeutung vanadinhaltiger Stäube, *Arch. Gewerbepathol. Gewerbehyg.*, 13: 353—362, 1954.

著者への通信先: 臼谷三郎, 〒036 弘前市在府町5 弘前大学医学部公衆衛生学教室 *Reprint requests to* Department of Public Health, Hirosaki University School of Medicine, 5, Zaifucho, Hirosaki, 036 Japan (S. Usutani)