

茨城県衛生研究所年報

第 17 号

1 9 7 9

茨城県衛生研究所

は じ め に

本号は、茨城県衛生研究所年報第17号で、昭和53年度における当所業績の概要であります。

当所は、昭和30年11月に設置発足以来常に公衆衛生の向上を目ざして科学的、技術的な側面から衛生行政に寄与してまいりました。

しかし、近年の社会状況の変化に伴い、衛生行政の諸問題もますます複雑多様化する傾向を強めており、この要請に対応して衛生研究所における人材の確保・育成、組織の改善、施設・設備の整備等その体制の整備強化が急務とされていることはすでに御承知のとおりであります。

このような要請に対応する一環として、昭和53年度は内部組織の改正を行い業務を執行したところではありますが、時代に既応した業務執行体制を確立するためには、なお、施設・設備面についての充実強化が早急に必要であることを痛感しております。

例えば、昭和40年に建設された現庁舎は、衛生研究所における業務内容が当時と比較して著しく変化しているため、その設計、構造、規模等に欠陥が多く指摘されるようになり、時代が要請する精度の高い試験検査、高度な調査研究等の成果を期待することは困難な状況となりつつあります。

施設設備の全面的な見直しについて関係各位の深い御理解と御助力をお願いするものであります。

申すまでもなく、県民の健康保持増進に連る諸問題解決のための当所業務は、一日もゆるがせに出来ないものであり、今後とも職員一同さらに気を引きしめ、関係行政機関との緊密な連携のもとに業務のより一層の向上を期し、年々行政に大きく寄与し得る業績を残すよう最善の努力を尽してまいる所存であります。

衛生部を始め関係機関、各位の平素の御支援、御協力に改めて深く感謝申し上げるとともに、変らぬ御叱正、御高導を心からお願いする次第であります。

昭和55年1月

所長 藤 崎 米 蔵

目 次

<p>第1章 昭和53年度事務事業概要…………… 1</p> <p> I 庶務部…………… 1</p> <p> II 微生物部…………… 2</p> <p> III 環境保健部…………… 3</p> <p> IV 食品薬品部…………… 4</p> <p> V 生活環境部…………… 5</p> <p>第2章 昭和53年度調査研究報告…………… 7</p> <p> 茨城県におけるインフルエンザの流行につ いて…………… 7</p> <p> 菊田 益雄・根本 治育・松木 和男 豊田 元雄 (茨城県衛生研究所)</p> <p> 中学校女子生徒に対する風疹ワクチン接種 における血清学的調査…………… 10</p> <p> 根本 治育・菊田 益雄・松木 和男 豊田 元雄 (茨城県衛生研究所)</p> <p> 日本脳炎感染源調査…………… 13</p> <p> 菊田 益雄・根本 治育・松木 和男 豊田 元雄 (茨城県衛生研究所)</p> <p> 缶詰飲料のFlat Sour変敗について…………… 15</p> <p> 佐藤 秀雄 (茨城県西食肉衛生検査所, 前茨城県衛生研究所)</p> <p> 山本 和則・掛札しげ子・赤津 好 豊田 元雄 (茨城県衛生研究所)</p> <p> 肉および肉製品に関する衛生学的研究(V) 県内の食肉製品の微生物叢…………… 22</p> <p> 村松 良尚・赤津 好</p> <p> Distribution of Psychrophilic Organisms in Bottled and paper Packed Market Milks Pasteurized by Various Method…………… 29</p> <p> Kazunori YAMAMOTO, Hideo SATOU, Konomu AKATSU (茨城県衛生研究所)</p> <p> 血液中16元素の測定と疫学的評価…………… 37</p> <p> 石崎 睦雄・上野 清一・小山田則孝 久保田かほる・勝村 馨・藤崎 米蔵</p>	<p> 農水産物中ヒ素濃度と茨城県人のヒ素摂取 量…………… 49</p> <p> 石崎 睦雄 (茨城県衛生研究所)</p> <p> 茨城県の地下水の衛生化学的研究(第6報) 県北地域の地下水…………… 55</p> <p> 斉藤 護・菊池 信生・笹本 和博 鈴木八重子・久保田京子・勝村 馨 (茨城県衛生研究所)</p> <p>第3章 他誌掲載論文要約</p> <p> ブチルヒドロキシアニソールと硝酸塩また は亜硝酸塩との共存下での紫外線照射によ る反応生成物の変異原性…………… 65</p> <p> *石崎 睦雄・*小山田則孝・*上野 清一 *勝村 馨・**細貝祐太郎 (*茨城県衛 生研究所, **女子栄養大学)</p> <p> 溶媒抽出及びマトリックス効果を利用した 炭素管アトマイザー無炎原子吸光法による 生体試料中ヒ素、セレンの定量…………… 65</p> <p> 石崎 睦雄</p> <p> N-シンナモイル-N-(2,3-キシリル) ビドロキシルアミン抽出-パイロリテッ クグラファイト被覆管を用いる無炎原子吸 光法による動植物中の微量バナジウムの定 量…………… 66</p> <p> 上野 清一・石崎 睦雄</p> <p> 茨城県北部の温泉及び地下水について (第1報)…………… 66</p> <p> 笹本 和博・菊池 信生・斉藤 護 高瀬 一男*・堀川 亀雄** (茨城県衛生研究所) *茨城大学教育学部, **茨城温泉開発(株)</p> <p> 茨城県内のと畜場廃水の実態…………… 66</p> <p> 菊池 信生・斉藤 護・笹本 和博 久保田京子・勝村 馨 (茨城県衛生研究所)</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. 予 算
歳 入

款	調 定 額	収 入 額	未 収 額
使用料及び手数料	1 0,4 3 6 千円	1 0,4 3 6 千円	0 千円
諸 収 入	1 5	1 5	0
合 計	1 0,4 5 1	1 0,4 5 1	0

歳 出

款	予 算 額	支 出 済 額	不 要 額
衛 生 費	4 1,1 4 6 千円	4 1,1 4 0 千円	6 千円
土 木 費	5,3 3 5	5,3 3 5	0
教 育 費	1 0	1 0	0
合 計	4 6,4 9 1	4 6,4 8 5	6

II 微生物部

1. 業務の内容

微生物部は、次の各項目について試験検査（行政依頼検査）調査研究と、これらに関する研修、指導をおこなっている。

- 1) 細菌性感染症の検査および調査研究
- 2) ウィルス性感染症の検査および調査研究
- 3) 伝染病流行予測調査
- 4) 人畜共通伝染病の検査および調査研究

2. 試験検査の内容

1) 行政試験検査の内容

(1) 細菌性感染症

表1のとおり、受理件数495件、各保健所より依頼のサルモネラ73件（うち腸チフス5件を含む）赤痢、腸内細菌407件うち（コレラ菌検査372件を含む）結核菌7件の分離、同定をおこなった。その他梅毒血清反応の検査成績不一致検査8件があった。

(2) ウィルス性感染症

受理件数74件、日立保健所管内インフルエンザのウィルス分離同定をおこなった。

(3) 伝染病流行予測調査

厚生省より、昭和53年伝染病流行予測調査について、本年も衛生部長より依頼があり、昨年の風疹の検査結果により本年は「昭和53年度茨城県風疹流行予測特別対策実施要領」を実施させた。

① 日本脳炎感染源調査

7月21日より8月29日まで計8回、水戸と畜場

に集まる生後8ヶ月の県内産の豚を毎回20頭ずつ検査し、豚血清中の日本脳炎赤血球凝集抑制抗体価（HI抗体価）160件〔うち2ME感受性抗体（新鮮感染）57件〕の測定をおこなった。

② インフルエンザ感染源調査

昭和53年10月より54年3月まで自衛隊員、県内各保健所管内におけるインフルエンザ様疾患集団発生時の児童生徒210名について、ウガイ液、急性期、回復期のペア血清によるインフルエンザに対する抗体価の測定をおこなったところ、A/ソ連型の流行をみた。

③ 風疹感受性調査

7月から9月まで、女子中学生、高校生、主婦および一般の男子学生569名について血清中の風疹赤血球凝集抑制抗体価を測定した。

(4) 人畜共通伝染病検査

石岡、高萩、谷田部保健所より依頼の疑似狂犬病3頭について病理解剖、病理組織、動物接種試験をおこなった。

2) 依頼試験検査

(1) 細菌性感染症

受理件数74件で、民間病院、臨床検査センターより依頼のサルモネラ22件、赤痢、腸内細菌48件、（うちコレラ菌検査35件を含む）その他の細菌4件の分離、同定の依頼があった。

(2) ウィルス感染症

受理件数409件で、殆んど個人、市町村、学校よ

り依頼の風疹HI抗体価の測定であった。

(3) その他の血清反応検査

受理件数307件の殆んどが、公的特殊施設の梅毒血清及び反応検査の依頼であった。

3) 調査研究

(1) 日本脳炎感染源調査

昭和53年7月より9月までの豚血清中における日本脳炎ウィルスの浸透度を抗体価をもって調査した。

(2) 1979年茨城県におけるインフルエンザの流行について

1979年の流行は前年に引き続いてA/ソ連型による流行で集団発生、罹患数とも非常に少なく終息した。

この集団発生および散発例について調査した。

(3) 中学校女子生徒に対する風疹ワクチン接種について

風疹生ワクチン接種前における中学校女子生徒の抗体保有状況および抗体陰性者に対する風疹生ワクチン接種後の抗体保有状況を調査した。

4) 研 修

(1) 県外研修

流行性肝炎予防対策研修会、ウィルス肝炎のセミナー、新しい細菌の同定法について、それぞれ担当者を派遣し研修させた。

(2) 県内研修

米国医学関連視聴覚教育出版社のスライドにより、臨床検査技師、看護婦に微生物の視聴覚教育をおこなった。

県内、保健所、病院、検査施設勤務臨床検査技師に対し、コレラ菌検索方法の実技研修を2回おこなった。

表1 昭和53年度試験検査件数

項目		区分	依 頼	行 政
細菌検査		サルモネラ	22	73
		赤痢, 腸内細菌	48	407
		結核	0	7
		その他の細菌	4	0
		小計	74	487
ウィルス検査	分離同定	インフルエンザ	0	74
		小計	0	74
血清反応	血清反応	日 脳	0	160
		インフルエンザ	0	210
		風 疹	409	569
		小計	409	939
その他の血清反応	梅 毒	307	8	
	小計	307	8	
その他	人畜共通伝染病検査	0	3	
	小計	0	3	
合 計			790	1,511

Ⅲ 環境保健部

環境保健部は、対象を次のものにおいて試験検査(行政試験と一般依頼検査)調査研究を行っている。試験検査の実施は別表のとおりである。

1. 試験検査

- 1) 臨床化学検査
- 2) 有害家庭用品検査
- 3) 衛生害虫

2. 調査研究

1) 調査研究の主題

- (1) 尿中ヒ素の分類に関する研究
- (2) 血中重金属量と健康影響に関する研究
- (3) 血中バナジウムの常在量の調査研究

2) 学会発表

- (1) N-シンナモイル-N (2,3-キシリル) ヒドロキシルアシン抽出-パイロリテックグラファイト被覆管を用いる無炎原子吸光法による生体資料中の微量バナジウム分析法

(環境汚染物質とそのトキシコロジーシンポジウム)

(2) 食品中のヒ素濃度の測定と日本人のヒ素摂取量の試算

(日本分析化学会)

3) 論文

(1) 炭素管アトマイザー無炎原子吸光法による血中コバルトの分析法

産業医学 20巻

174~175 (1978)

(2) Simple method for Determination of Selenium Biological Materials by Flameless Atomic - Absorption. Spectrometry using a Carbon-tulie Atomizer

Talanta vol 167~169 (1978)

(3) 溶媒抽出及びマトリックス効果を利用した炭素管アトマイザー無炎原子吸光法による生体試料中ヒ素、セレンの定量法

The Hitachi Scientific Instrument

News vol 21 1833-1835 (1978)

別表 昭和53年度試験検査の実施状況

種別	項目	
	試験検査・実施件数	
	依 頼	行 政
臨床化学検査		56
家庭用品検査		161
衛生害虫		1
母乳検査	6	
計	6	218

IV 食品薬品部

1. 業務内容

食品薬品部は、次の各項目について試験検査（行政検査と依頼検査）調査研究を行い、研修指導は主として保健所職員を対象として実施した。

1) 食品等の試験検査

- (1) 食品中の食品添加物
- (2) 食品中の有害化学物質
- (3) 食品中のカビ毒
- (4) 食品中の微生物
- (5) 食品衛生法による製品検査
- (6) 食品添加物、容器包装の規格基準検査

(7) 食中毒検査

2) 医薬品等試験検査

- (1) 日本薬局方収載医薬品試験
- (2) 一般医薬品試験
- (3) 医療用具、化粧品試験

2. 試験検査実施の概況

試験検査の実施状況は、表1のとおりである。

特に衛生行政遂行に関連の深い行政試験検査の状況は、次のとおりである。

1) 食品等の試験検査

(1) 食品中の食品添加物試験

かんぴょう、シアン化合物含有豆等53件の検査を実施した。

(2) 農薬残留試験

前年度に引き続き、県内産野菜、果実等について57件の検査を実施した。

(3) 食品中のPCB試験

県内沿岸でとれる魚貝類30件について検査を実施した。

(4) 食品の規格基準試験

牛乳62件、食肉（残留抗生物質）20件について検査を実施した。

(5) 容器包装の規格基準試験

塩化ビニル樹脂製容器包装材料31件について検査を実施した。

(6) 食品中の微生物検査

県内沿岸でとれるヒラツメカニ90件、その他16件及び食品製造施設における器具等の細菌汚染の実態は握のため57件の検査を実施した。

(7) 食中毒検査

食中毒の検体受理件数527件（原因食品、吐物、患者便、血液、増菌培地等）で、21件発生し、摂食者3,369名、患者数633名で、原因物質解明率は71.5%で、その内訳は、病原性ブドウ球菌4件、サルモネラ1件、腸炎ビブリオ1件、病原大腸菌2件、貝毒5件、毒キノコ2件、不明6件であった。

2) 医薬品等試験

医薬品一斉収去試験として、ドリンク剤等25件及び保存血液（無菌検査）7件の検査を実施した。

3. 研修指導

保健所に勤務する食品衛生監視員及び試験検査機関の技術者に対し、それぞれ必要な技術指導をした。

4. 調査研究

1) 調査研究

- (1) 茨城県における毒きのこに関する研究(継続)
- (2) 県内産ヒラツメカニの鮮度と保存に関する研究(継続)
- (3) 生肉および食肉製品中の細菌の消長と保存に関する研究(継続)

2) 学会発表

(1) 菓子類における真菌の検出状況について
 昭和53年4月8日, 第11回茨城県公衆衛生獣医研究発表会

昭和53年6月23日, 昭和53年度日本獣医公衆衛生学会(関東)

昭和53年7月7日, 昭和53年度茨城県食品衛生監視員研究発表会

昭和53年10月19日, 第31回日本公衆衛生学会(東京)

(2) キノコが発生する環境と茨城県内の毒茸の発生予想地について

昭和53年4月8日 第11回茨城県公衆衛生獣医研究発表会

昭和53年6月23日, 昭和53年度日本獣医公衆衛生学会(関東)

昭和53年7月7日, 昭和53年度茨城県食品衛生監視員研究発表会

(3) ウィンナーソーセージの保存試験からみる衛生管理の考察

昭和53年6月23日, 昭和53年度日本獣医公衆衛生学会(関東)

表1 昭和53年度試験検査の実績—食品薬品部—

種別	区分	依 頼	行 政	計
食品化学		443	140	583
栄養分析		6	1	7
容器包装		11	31	42
製品検査		143	—	143
食肉製品		447	20	467
乳, 乳製品		99	62	161
特産品(納豆)		420	—	420
水産食品		4	90	94
その他の食品		83	73	156
食中毒		—	527	527
医薬品		5	32	37
医療用具		218	—	218
計		1,879	976	2,855

V 生活環境部

1. 業務の内容

生活環境部は, 対象を次のものにおいて試験検査(行政試験と一般依頼試験)調査研究を行い, 研修指導は主として保健所職員を対象として実施した。

- 1) 水道法による原水検査
- 2) 工場排水
- 3) 河川水
- 4) 温泉分析
- 5) 清掃施設の機能, 放流水

2. 試験検査実施の概況

試験検査の実施の状況は, 表1のとおりである。特に衛生行政遂行に関係が深い行政試験検査の概況は次のとおりである。

1) 利根川の水質及び底質試験

前年度に引続き河川水55件, 底質25件について実施した。

2) 飲料水試験

環境衛生上必要な試験として保健所から送付された井水162件について実施した。

3. 研修指導

保健所に勤務する環境衛生監視員に対し, 必要な技術指導をした。

4. 調査研究

1) 調査研究

- (1) 茨城県の地下水の衛生化学的研究(第6報)
- (2) と畜場廃水処理に関する研究

2) 学会発表

- (1) 茨城県北部の温泉, 地下水について(昭和53年4月日本薬学会第98年会)
- (2) 水中アンモニア性窒素, フェノールの定量法について(昭和53年9月全国衛生化学技術協議会)

3) 論文

- (1) 茨城県内のと畜場水調査(用水と廃水)
- (2) 茨城県北部の温泉, 地下水について(温泉工学会雑誌)

表1 昭和53年度試験検査の実施状況

種別 \ 項目	試験検査実施件数		
	依頼	行政	計
原水飲料水等試験	74	169	243
工場排水試験	1		1
河川水試験	25	80	105
清掃施設関係試験	339		339
下水試験	2	12	14
温泉分析試験	9		9
計	450	261	711

第 2 章 昭和 53 年度 調査 研究 報告

茨城県におけるインフルエンザの流行について

菊田 益雄, 根本 治育, 松木 和男, 豊田 元雄

Epidemiological Studies on Influenza in Ibaraki Prefecture 1978-1979

Masuo KIKUTA, Haruyasu NEMOTO, Kazuo MATSUKI and Motoo TOYODA
Ibaraki Prefectural Institute of Health, 4-1 Atago-cho, Mito, Ibaraki, Japan

1. はじめに

1977年秋シベリア, 香港等でA(H₁N₁)ウィルス(ソ連型)が分離され, これが次第に勢力を拡大し, 1978年1月には我国にも上陸し各地でその流行をみた。本県でも同年2月頃よりA/香港型から後半A/ソ連型による流行が県内全域にみられ, かなり浸淫されたものと思われた。10~12月のワクチン接種にはこのA/ソ連型が加えられている。1979年3月までの流行は前年に引き続きA/ソ連型による流行で集団発生, 罹患数とも非常に少なく終熄した。集団発生及び散発例について調査結果を報告する。

2. 調査方法

1) インフルエンザ様患者の調査

県保健予防課の「インフルエンザ様疾患流行状況調」によった。

2) ウィルス学的検査

ウィルス分離は, ふ化鶏卵法, 血清検査は急, 回復期血清について赤血球凝集抑制抗体(HI抗体)を測定した。抗原はA/山梨/2/77, A/USSR/92/77, B/神奈川/3/76を用いた。

3) 検査対象

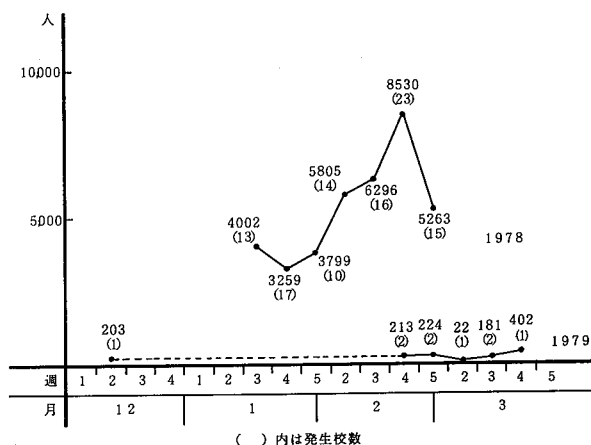
取手市, 寺原小学校児童(集団発生)	11名
岩井市, 七郷 "	5名
水戸市, 茨大附属 "	4名
河内村, 源清田 "	5名
日立市, A医院外来児童(散発)	30名

3. 成績

県内のインフルエンザ様疾患による学校閉鎖等措置校数及び罹患数の週別発生状況は図1のとおりで, 初発校は12月12日取手市寺原小学校でその後冬休み

となり, 約2カ月間集団発生の報告がなく2月20日に岩井市七郷小, 3月5日水戸市茨大附属小, 3月8日河内村源清田小, 3月15日結城市絹川小, 3月19日古河第一小, 岩間町岩間第二小, 3月20日古河第六小と続き, 2月下旬から3月中旬に偏った傾向で集団発生8校, 罹患数1245名と非常に少なかった。前年同期では集団発生108校, 罹患数36954名となっている。

図1. 集団発生数



8校の集団発生中4校についてウィルス分離, 血清検査を実施した結果は図2のとおりで12月12日の取手市寺原小学校ではウィルス分離, 血清検査で確認できなかったがその他の3校では各校においてA/ソ連型に対する抗体上昇者を確認し, 七郷小で1株, 源清田小で2株のウィルスを分離している。次に散発例の日立市A医院外来児童の検査成績は図3のとおりで3月中旬にA/ソ連型の抗体上昇者を確認し3株のウィルスを分離している。

図2. 集団発生校別抗体価

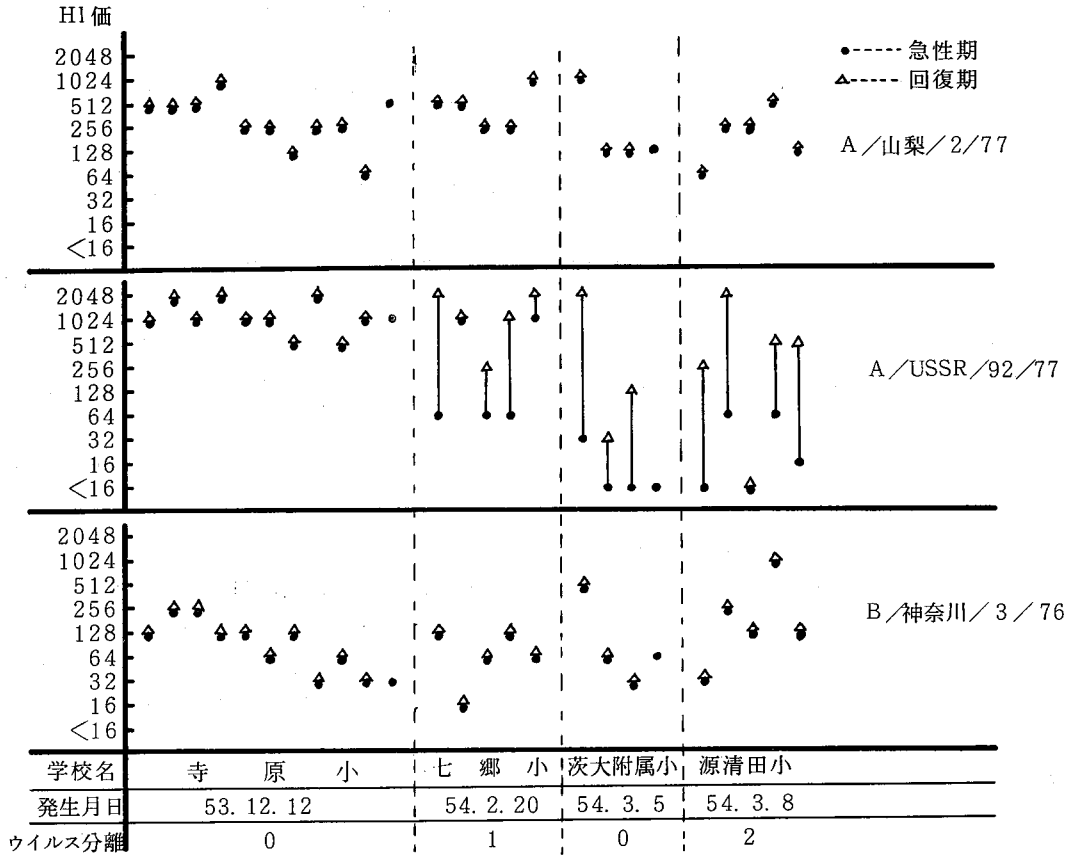
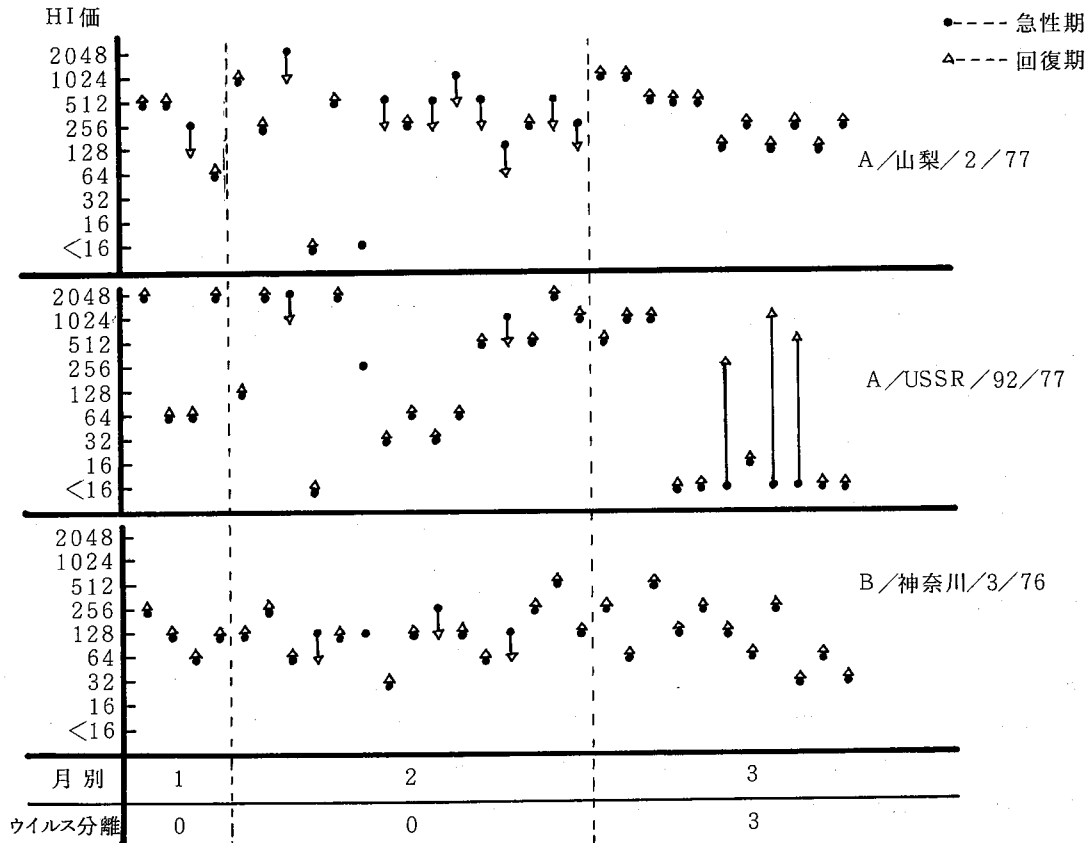


図3. 日立市A医院外来児童



4. 考 察

1) 前年の流行はA／香港型、A／ソ連型による2峰性の流行で県内全域に発生がみられており、同一集団においても2種のウィルスによる流行が確認されている。後半のA／ソ連型によりかなり浸淫されたものと思われること。

2) 1978年10月～12月に接種されたワクチンにはA／ソ連型が加えられたことにより抗体保有率が高くなっていたと思われること。

3) 今流行が前年に引き続きA／ソ連型によるものであったこと。

4) 図4にみられるように茨城県の月別平均気温が高く例年に比し非常に暖冬であったこと。

以上のような諸条件により集団発生及び罹患数の減少がみられたものと思われる。

5. ま と め

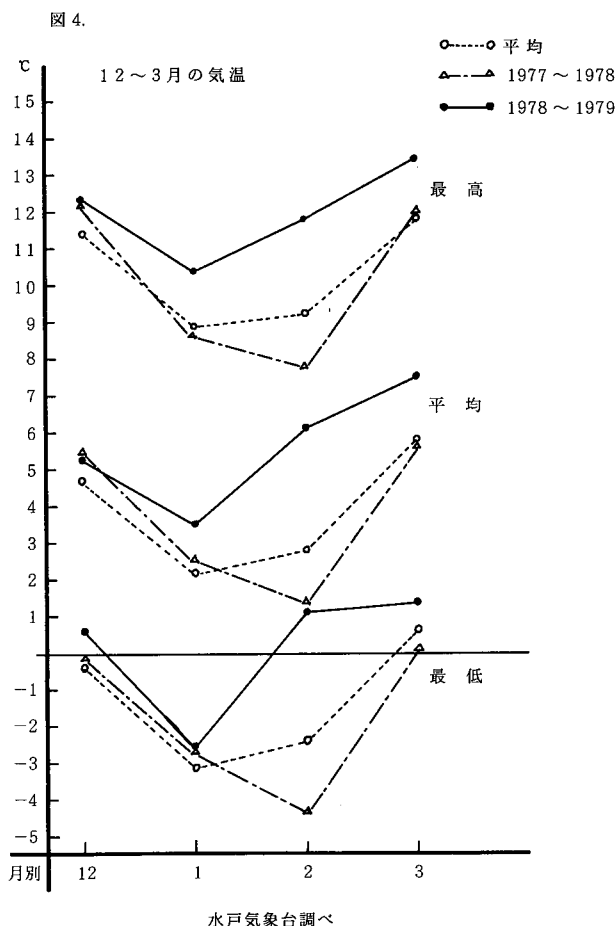
1979年3月までのインフルエンザ様疾患流行時期における集団発生及び罹患数は例年に比し少なく、集団発生8校、罹患数1245名であった。8校の集団発生中4校及び流行予測調査の目的で実施した散発例30名からウガイ液、血液を採取検査し次の様な結果を得た。

1. 今流行が前年に引き続きA／ソ連型ウィルスによることが確認された。
2. 岩井市七郷小、水戸市茨大附属小、河内村源清田小の各校においてA／ソ連型に対する抗体上昇者を確認し、3株のウィルスを分離した。
3. 日立市A医院外来児童については3月中旬にA／ソ連型に対する抗体上昇者を確認し3株のウィルスを分離した。

(本調査にあたり御協力をいただいた各学校、保健所、医院等の各位に深謝いたします。)

主 要 文 献

- 1.) 時岡ほか：茨城衛研年報，14. 13～1975
- 2.) 時岡ほか：茨城衛研年報，15. 15～1977
- 3.) 菊田ほか：茨城衛研年報，16. 13～1978
- 4.) 厚生省 伝染病流行予測調査報告書，昭和52年
- 5.) インフルエンザワクチン研究会 第16回討論会記録 1977
- 6.) 大山忍ほか：臨床とウィルス，2 74～75 1979
- 7.) 第20回臨床ウィルス談話会抄録 1979



中学校女子生徒に対する風疹ワクチン接種における血清学的調査

根本 治育・菊田 益雄・松木 和男・豊田 元雄
(茨城県衛生研究所)

Sero-Epidemiological Studies on Inoculation of Rubella Vaccine with the Girl Students of Junior High Schools

Haruyasu NEMOTO, Masuo KIKUTA, Kazuo MATSUKI and Motoo TOYODA
Ibaraki prefectural Institute of Health, 4-1 Atago-cho, Mito, Ibaraki, Japan

I はじめに

風疹は、従来比較的軽症の小児のウィルス性疾患であるといわれてきたが、1975~1977年の流行に際し脳炎、⁵⁾ 髄膜炎、⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾ 栓球減少性紫斑病¹⁰⁾などの合併症が多数に認められている。

妊娠初期の風疹感染が、白内障、心疾患、難聴、精神薄弱等の先天異常児の出産につながり先天性風疹症候群の原因となることが大きな問題となっており、この先天異常児の発生を予防する目的で、風疹生ワクチン¹⁾²⁾が開発され、米国およびベルギー国で実用に供されてきており、先天性風疹症候群の発生の予防に顕著な効果を上げている。我が国では、¹⁾²⁾ 1970年に風疹ワクチン研究会が発足し、2年間余りの研究の結果、催奇性の少ないワクチンが開発され、1975年に実用の段階に入った。1977年秋期より、風疹生ワクチンが、中学校女子生徒を対象にして定期予防接種として実施されるようになった。

我々は、風疹生ワクチン接種前における中学校女子生徒の抗体保有状況および抗体陰性者に対する風疹生ワクチン接種後の抗体保有状況を調査する機会を得たので、その成績を報告する。

II 調査対象

風疹生ワクチン接種にあたり、牛久町管内女子中学校生徒(牛久一中、牛久二中)114名について採血し、風疹の赤血球凝集抑制抗体価(HI価)を測定した。

風疹に対するHI抗体を保有しない者について、風疹生ワクチン(TCRB-19, Lot 1-3, 千葉血情製)0.5mlを皮下接種してから10週後に採血できた64名について風疹HI価を測定した。

III 方法

厚生省伝染病流行予測検査術式³⁾の風疹血球凝抑制反応の方法に準じマイクロタイター法で行った。抗原は、北里研究所製の風疹HI反應用抗原を使用し、血清中風疹HI価を測定した。

IV 成績

1. 風疹ワクチン接種前に行った風疹HI抗体検査では、次のような成績であった。(表1、図1)

牛久地区女子中学生の風疹HI抗体価の分布状況は、8倍以下77.2%(88/114)、32倍5.3%(6/114)、64倍8.8%(10/114)、128倍5.3%(6/114)、256倍3.5%(4/114)であり、抗体陰性者が比較的高率を示している。学校別における分布状況は、牛久一中では、8倍以下72.8%(59/81)、32倍6.2%(5/81)、64倍11.1%(9/81)、128倍6.2%(5/81)、256倍3.7%(3/81)であり、牛久二中では、8倍以下87.9%(29/33)、32~256倍まで夫々3%(各1名)であり、牛久一中に比し牛久二中の抗体陰性率が高い傾向を示した。

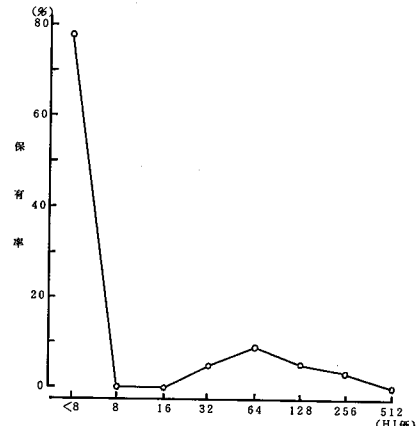


図1. 風疹HI抗体保有状況(牛久地区の女子中学生)

表1 風しんH I 抗体価分布状況

	H I 価						
	<1 : 8	1 : 8	1 : 16	1 : 32	1 : 64	1 : 128	1 : 256
牛久一中	59 (72.8)			5 (6.2)	9 (11.1)	5 (6.2)	3 (3.7)
牛久二中	29 (87.9)			1 (3.0)	1 (3.0)	1 (3.0)	1 (3.0)
計	88			6	10	6	4

() %

2. 風疹抗体陰性者に対する風疹ワクチン接種後の風疹H I 抗体検査では、次のような成績であった。

(表2.図2)

風疹H I 抗体価の分布状況は、8倍以下0% (0), 8倍1.6% (1名), 16倍1.6% (1名), 32倍2.97% (19名), 64倍4.69% (30名) 128倍2.03% (13名) 256倍0% (0) であり、64倍に多く分布しており256倍以上の抗体価の獲得は、認められなかった。

牛久地区女子中学生のワクチン接種によって得られた風疹H I 抗体価の平均抗体価は、 $2^{5.83}$ であった。また学校別における平均抗体価は、牛久一中で $2^{5.74}$ …、牛久二中で $2^{5.96}$ であった。

聞き取り調査により、風疹ワクチン接種による副反応の出現は、認められなかった。

表2 ワクチン接種後の風しんH I 抗体価分布状況

H I	H I 価						
	<1 : 8	1 : 8	1 : 16	1 : 32	1 : 64	1 : 128	1 : 256
牛久一中		1 (2.6)	1 (2.6)	13 (34.2)	15 (39.5)	8 (21.1)	
牛久二中				6 (23.1)	15 (57.7)	5 (19.2)	
計		1	1	19	30	13	

() %

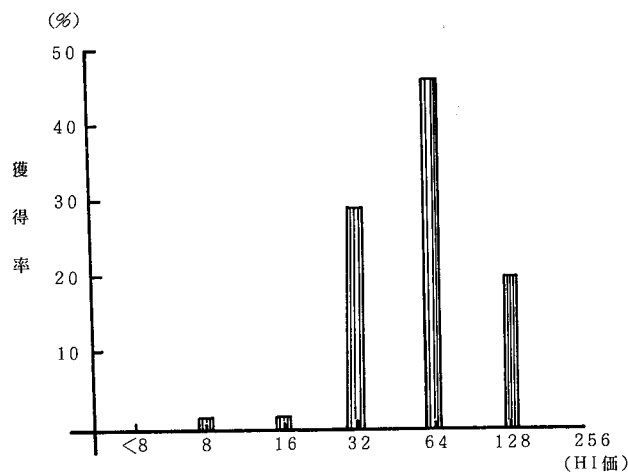


図2. ワクチン接種後の免疫効果

V 考 察

日本全国を縦断した1975~1977年の風疹流行は、本県についても例外ではなく、多数の風疹患者が発生

し、強い影響を及ぼしたが、県内各地区の風疹抗体保有状況については、様相を異にしている。

今回の牛久地区の中学校女子生徒についての風疹ワ

クチン投与前の風疹抗体調査では、抗体陰性率が77.2%と高率であり、1975年からの風疹流行の影響は、僅少であったものと考えられるが、HI抗体価256倍以上を保有するものが、3.5%を示していることは、僅かであるが、風疹流行の影響を受けたことがうかがわれた。また、牛久一中に比し牛久二中に抗体陰性率が高い傾向を示していたが、このことは、牛久一中の通学区域が、新興住宅地域であり、牛久二中の通学区域は、農村地域からの通学者であり、都市との交流の多少に起因するのではないかと考えられる。

1977年秋期より中学校女子生徒を対象にして、実施されるようになった風疹生ワクチンの免疫獲得効果は、穴戸ら²⁾が述べているように、免疫獲得率は95%以上を示し、平均抗体指数は6.3~7.6に達する。また抗体価は、野性ウィルス株の感染に比して、ワクチン株の感染では低値を示すが、その低下傾向は、野性ウィルス感染より少なく長期間にわたり維持されるものと考えられている。加賀美ら⁴⁾の成人婦人に対して行った風疹ワクチン接種効果では、接種後3週間で平均抗体指数5.47を示し、8週間で6.24に達する。また免疫獲得率は、8週で、100%に達するが、3週では、十分なワクチン効果は、期待できないと述べている。

抗体陰性者に対して行ったワクチン接種群の10週後の免疫獲得率は、100%を示したが、免疫効果の悪い(8~16倍)ものが3%(2名)あった。また抗体指数は、5.83であり、若干低い傾向を示していた。このことは、接種条件、個体差等に起因するものと考えられるが詳細は明らかでない。

風疹ワクチン接種による副反応⁴⁾⁵⁾は、成人女性に対しては、関節炎(10%以下)が認められるほか、リンパ節の腫大、倦怠感、発熱、発疹等も出現する場合があるとされているが、その影響は、若年層に致る程少ないとされている。我々の調査では、全く副反応は、認められないという結果を得たが、軽微な症状では気付かなかったということも考えられるが、非常に副反応が少ないものと考えられた。

VI ま と め

牛久地区女子中学生の風疹抗体保有状況を調査し、つぎのような成績を得た。

1) 風疹HI抗体陰性者(8倍以下)は、牛久一中において72.8%、牛久二中において87.9%の高率を示しており、1975年~1977年の風疹流行の影響は

少なかった。

2) 風疹HI抗体価256倍以上の抗体保有率は、3.5%であった。

牛久地区女子中学生の風疹ワクチン接種後についての風疹抗体保有状況を調査し、つぎの成績を得た。

1) 風疹HI抗体価の保有状況は、8~128倍に分布し、64倍に46.9%の率を示していた。

2) 風疹ワクチン接種による免疫獲得率は、100%に達するが、低抗体価(8~16倍)の獲得率も3.2%認められた。

3) 風疹ワクチン接種によって得られた平均抗体指数は、5.83を示した。

4) 風疹ワクチン接種による副反応の出現は、認められなかった。

(本調査にあたって御協力を受けた。龍ヶ崎保健所長、大槻技師、ならびに牛久町役場保健衛生課長および関係保健所 学校の各位に深謝します。)

主 要 文 献

- 1) 植田浩司 臨床とウィルス 臨時増刊号 P38 1978
- 2) Shishido, and Ohtawara M. Japan J. Med. Sei. Biology 29, 227 1976
- 3) 厚生省; 伝染病流行調査検査術式 昭和52年
- 4) 加賀美潔; 大瀬千年 臨床とウィルス 6, 4, 60 1978
- 5) 時岡ほか 臨床とウィルス 4 2 39 1977
- 6) 南谷ほか 臨床とウィルス 4 2 56 1977
- 7) 添田ほか 臨床とウィルス 4 2 58 1977
- 8) 新納ほか 臨床とウィルス 4 2 62 1977
- 9) 佐藤ほか 臨床とウィルス 4 2 65 1977
- 10) 鈴木ほか 臨床とウィルス 4 2 67 1977
- 11) 木村三生夫 臨床とウィルス 特別号33 1976

日本脳炎感染源調査

菊田 益雄, 根本 治育, 松木 和男, 豊田 元雄

Epidemiological Survey on the Japanese Encephalitis Virus in Ibaraki Prefecture 1978

Masuo KIKUTA, Haruyasu NEMOTO, Kazuo MATSUKI and Motoo TOYODA
Ibaraki Prefectural Institute of Health, 4-1 Atago -cho,
Mito, Ibaraki, Japan

1. はじめに

厚生省の伝染病流行予測事業の一環で、日本脳炎ウィルスの浸淫度を示すと言われる豚の血清中の抗体価を調査し、今後の流行時期に感染源調査を実施しているが、本報では茨城県における昭和53年度の調査成績について報告する。

2. 調査方法

1) 調査時期及び回数

昭和53年7月中旬～9月の各旬1回計8回

2) 調査対象

水戸と畜場に集まる県内産の生後5～8カ月の豚、毎回、20頭、計160頭

3) 調査項目

豚血清中の赤血球凝集抑制抗体価(HI価)を測定し、1:40以上のHI抗体価を示す検体については2M

E感受性抗体の測定を実施した。

4) 調査方法

厚生省伝染病流行予測調査検査術式に基づき、抗原は武田薬品工業KK. JaGArol 乾燥抗原、血球はガチョウ赤血球を使用した。

3. 成績及び考察

昭和53年度の本県の検査成績をまとめると表1のとおりで8月中旬頃より抗体陽性豚が出現し9月初旬に至り陽性率が50%を越えて日本脳炎ウィルス汚染推定地区となり、9月下旬の最終回まで90%以上の抗体保有を示していた。また、2ME感受性抗体陽性豚も毎回50%前後観察されている。これは昨年との調査と比較すると非常に早い抗体陽性豚の出現であり、かつ高い抗体保有率の持続であった。

表1. 昭和53年度と畜場豚の日本脳炎ウィルスに対する抗体の出現状況(水戸と場)

回数	採血月日	HI試験			2ME試験			備考
		検査頭数	陽性	%	検査頭数	陽性	%	
1	53. 7. 21	20	1	5%				陽性豚1:10(1頭)
2	" 7. 28	20	0					
3	" 8. 8	20	0					
4	" 8. 18	20	3	15%	2	1	50%	1:20(1頭) 1:320(2頭)
5	" 8. 29	20	9	45%	5	2	40%	1:320(1頭) 1:10(1頭) 1:40(1頭) 1:640(2頭) 1:20(3頭) 1:160(1頭)
6	" 9. 8	20	19	95%	19	4	21%	1:80(3頭) 1:320(4頭) 1:1280(1頭) 1:160(10頭) 1:640(1頭)
7	" 9. 19	20	20	100%	20	10	50%	1:40(1頭) 1:160(3頭) 1:640(4頭) 1:80(2頭) 1:320(9頭) 1:1280(1頭)
8	" 9. 29	20	18	90%	11	5	45%	1:10(4頭) 1:320(1頭) 1:1280(3頭) 1:20(2頭) 1:640(6頭) 1:2560(1頭)
計		160	70		57	22		

全国の日本脳炎ウィルス汚染推定地区の状況は7月初旬に沖縄県を始めとして九州、四国、山口、広島が汚染地区になり更に8月初旬に近畿、中部地区、8月下旬から9月に入り関東、東北まで北上した。今夏は全国的に梅雨明けが早く高温多湿な夏型気候が続いたためか媒介蚊の活動が盛んだったようであり、豚の抗体保有率の上昇も速かったようである。本年は近畿以西で多数の患者、死亡者がみられた。今後も継続的な調査が必要と思われれます。

4. ま と め

昭和53年度茨城県における日本脳炎H I 抗体陽性豚

の出現は8月中旬からで9月初旬には50%以上陽性となり9月末の最後回まで毎回2ME感受性抗体陽性豚が観察された。また、過去数年間の調査成績と比較して早い抗体陽性豚の出現であり、かつ高い抗体保有率の持続であった。

主 要 文 献

- 1) 厚生省：伝染病流行予測調査報告書
昭和52年度
- 2) 厚生省：全国日本脳炎情報
昭和53年度
- 3) 菊田ほか：茨城衛研年報，16，27：1978

缶詰飲料の Flat Sour 変敗について

佐藤秀雄（茨城県西食肉衛生検査所，前茨城県衛生研究所） 山本和則
掛札しげ子，赤津 好，豊田元雄（茨城県衛生研究所）

1. はじめに

近年，いわゆるドリンク物と云われる飲料水の需要の伸びは著しく，容器の種類，形態，および内容物の種類等を見ると，多種多様に渡っているが，中でも缶詰物にあっては自動販売機の普及により，他を抜きんじている。また，昭和49～50年頃よりホット・ペンダーの開発普及により，特に冬期，低酸性缶詰飲料（しるこ，コーヒー等）の加温販売が広く街に出廻るようになり，これと相前後して，それ等の缶詰飲料が原因不明の変敗事故例が発散し始めるようになり，そ

の後，それ等の調査研究結果が報告されるようになって来た。1)2)

昭和53年，本県内の食品会社で製造されたコーヒー飲料から，続いて他社のしるこ飲料から異常缶が発見され，県内業界の大きな関心事となったため，その原因を追明することになった。

今回は，これ等の異常缶より，変敗原因菌を分離し，この菌の性状を調べ，分離方法と培地の検討を行い，併せて分離菌を使用しての殺菌保存試験を行ったところ，若干の知見を得たので報告する。

2. 変敗缶詰の検査状況 および変敗同ロット缶の検査結果

表 1 変敗缶詰飲料の検査状況

状況	缶詰 コーヒー 飲料		缶詰 しるこ 飲料
	No. 1	No. 2	
(1) 成分および殺菌方法			
成分	牛乳分，脱脂乳，糖分， 内容量 250g	左 同	あずき，砂糖，食塩，水， 内容量 250g
製造年月日	7 2 0 1	8 1 2 6	8 7 2 4
殺菌方法	1 2 1°C 3 0 分	左 同	1 1 8°C 4 0 分
(2) 変敗缶発見状況			
クレーム年月日	5 3. 3	左 同	5 3. 1 0
開缶時所見	脂肪分離，発泡	発泡，脂肪分離，腐敗乳様 異味，白沈物	発泡，酸味強
(3) 検査所見			
検査場所	東京都衛生研究所	左 同	茨城県衛生研究所 A 食品 KK
異物検査		酸，アルカリ，有機溶媒， 熱湯に不溶，灰化により炭化 動植物の細菌，カビ， 酵母(-)	カビ，酵母様微生物(-)，細菌 多数
鏡検査		カビ，酵母(-)，ブドウ球菌 (-)，セラウス菌(-)	カビ，酵母(-)，ブドウ球菌(-)， 耐熱性菌(-)，Clostridium(-)， 生菌数 10^7 /ml
細菌検査	生菌数 0，大腸菌群(-)， 耐熱性細菌(-)	pH 5.7	pH 4.6 4
理化学検査	pH 6.3 7		
(4) 正常缶検査状況			
製造年月日		8 1 2 6	
官能検査		正	
細菌検査	生菌数 0，大腸菌群(-)， 耐熱性菌(-)， pH 6.3 7	生菌数 0，大腸菌群(-)， 耐熱性菌(-)， pH 6.3 7	生菌数 0，大腸菌群(-)，耐熱 性菌 0，Clostridium(-) pH 5.6 0 ~ 5.7 9 室温(12-24°C) pH 5.88 ~ 6.20
理化学検査			保存試験 (1ヶ月) 37°C pH 5.70 ~ 5.79 55°C pH 6.0 ~ 5.78

昭和53年3月、県内の食品会社で製造された缶詰コーヒー乳飲料が、東京都内で続けて2件、異常缶として消費者から届け出があり、東京都衛生研究所で検査したところ、1缶については適法と判定されたが、もう一方は微細な白色浮遊物を生じ、乳飲料残品について種々検査したところ、異物については資料の不足により物質名は不明、鏡検では特に異常は無く、細菌学的試験でも鏡検同様異常は見られなかった。しかし、PH 5.7と低値であり、判定は特に下されていなかった。

また、同年10月には、缶詰しるこ飲料のクレーム品が提出され、当所で検査したところ、検体の保管も悪かったと思われ、多数の生菌数は検出されたが、カビ、酵母、ブドウ球菌、耐熱性菌、Clostridium等は検出されなかったが、理化学的検査において、pHは4.64と異常に低かったが、その原因は、当時は不明であった。そこで、その原因を追求すべく、缶詰しるこ飲料を中心に、同一ロットの製品検査、および保存試験を行った。

保存試験の方法は、製品を室温(12~24℃)、37℃、55℃の3段階に別け、3日、1週間、1ヶ月、2ヶ月の4回にそれぞれ5缶ずつ検査したところ、官能検査、細菌検査共にまったく異常缶は発見されなかったが、pHにおいては、わずかではあったが差が

みられたが、特に低下している物は無かった。

3. Flat Sour 菌の検査方法、および分離菌の性状 (図1. 表2)

前項の検査においては、いわゆる異常缶は検出されなかったが、保存試験と同時にクレーム品が出た同ベンダー内残品30個、およびクレーム品の開缶残品等を集め、再度原因について種々検討した結果、異常缶はいずれも外観は変化がなく、またpHが低下していることに注目し、Flat Sour 菌を原因菌として疑い、検査方法の検討を行った。検査方法は、食品衛生検査指針³⁾、Marion L FieldsのThe Flat Sour Bacteria⁴⁾、田中等の方法⁵⁾、岐阜大の方法⁶⁾、および当所で行っていた方法⁷⁾等を検討した結果、図1の如く検査方法をまとめ、試験検査を行った。

即ち、培養を好氣的、嫌氣的条件に分け、それぞれを55℃と、35℃に長期培養を行ったところ、55℃培養の嫌氣的条件下で純粋的に菌を分離することが出来た。

この菌の性状は、グラム陰性の桿菌で、端存卵形芽胞を有し、嫌氣性高温性細菌で、運動性があり、H₂S産性、ブドウ糖を分解することによりDesulfotomaculum nigrificans とほぼ一致する菌⁵⁾⁸⁾と思われる。

図1 缶詰飲料の細菌学的検査法

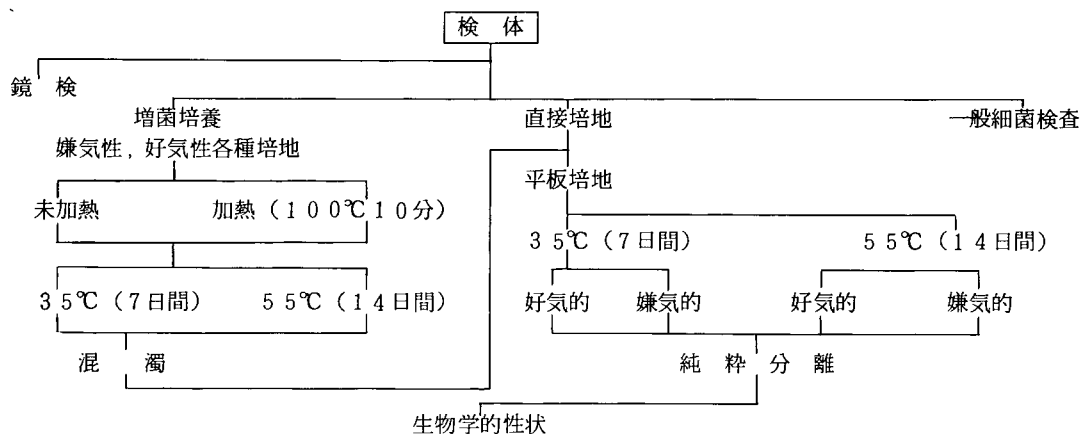


表2 分離菌の生物学的性状

項目	性状
形態	桿菌~長糸桿菌 端存卵形芽胞
グラム染色	陰性
培養方法	嫌氣性で発育
培養温度	55℃で発育 35℃では発育せず
運動性	あり
硫化水素	産性
ブドウ糖	分解

図2 各種増菌培地における分離菌の発育状態

培地 \ 日数	2日	4日	6日	8日	10日	12日
プラス クックドミート						
プラス 肝タブイオン						
T・G・C						
臨床用 T・G・C						
G・A・M ブイオン						
G・A・M 半流動						
Reinforced Clostridium						
プラス S・I・M						
1%ブドウ糖 ブイオン						

W：白色集落

B：黒色集落

4. 分離菌における各種培地の検討

培地は、増菌、分離平板、および確認について、それぞれ分離菌を使用して行った。

1) 増菌培地 (図2)

増菌培地は、中試験管にそれぞれ20mlずつ分注し、高圧滅菌後、直ちに水にて急冷し、試験に供した。また菌の接種量は、臨床用TGCに菌を接種し、55℃で7日間培養した後、その中に15cmのプラチナ白金線を約10cmさし入れ、ゆっくりと3回試験管内で円を描くようにした後、引き抜き、余滴が落ちない程度まで試験管の縁で拭うようにして供試培地の低部の方に菌を接種し、培養中の発育度を観察した。

供試培地は、0.5%可溶性澱分を加えたクックドミート(日水)と肝タブイオン(以下、プラス培地名と略)、TGC(日水)、臨床用TGC(日水)、GA

Mブイオン、GAM半流動寒天、Reinforced Clostridium半流動寒天、1%ブドウ糖ブイオン、および0.5%酵母エキス加SIM(日水)(以下、プラスSIMと略)の9種を使用した。

その結果、発育が特に良好なのは、臨床用TGCとプラスSIMで、大方3日目頃より肉眼で発育が確認でき、5日目では濁濁度が他より強く、約7日目でピークに達した。また嫌気性菌の特徴である培地表面部の未発育部分がすっきりと透明にぬけて好氣的には発育しない様子がよく確認できた。また不良と思われるものは、TGC、GAMブイオン、1%ブドウ糖ブイオンで、これらは、発育が遅く、ピークに達するには、12日間を要し、また培地表面も綿状の物が、発育し、好気性菌の発育と紛らわしく思えた。

2) 分離平板培地 (表3)

表3 各種分離平板培地における分離菌の発育状態

培地名	日数	2日	4日	6日	8日	10日	12日	14日
プラス・BHIA	(-) (+) (++) (+++)							
プラス・トリプトソイ	(-) (+) (++) (+++)							
プラス・普通寒天	(-) (+) (++) (+++)							
プラス・GAM寒天	(-) (+) (++) (+++)							
プラス・PEA寒天	(-) (-) (-) (-) (-) (-) (-)							
BCB加PCA	(-) (+) (++) (+++)							
鉄サルファイト寒天	(-) (+) (++) (+++)							

注 発育状態は平板上の集落数で表す
 (-): 0 (+): 99以下 (++) : 100~299
 (+++): 300以上

分離平板培地は、それぞれ高圧滅菌後直ちにペトリー皿に約20mlずつ分注し、凝固後、倒置して1時間以内に培地表面を乾燥し試験に供した。平板培地に塗布する菌量は、毛細管ピペットにて前記の培養液を1滴培地表面に滴下し、コンラージ棒にて一様になるよう広げ、速やかに嫌気ジャーに入れ、ガスパック法により55℃で培養し、その発育状況について観察した。

供試培地は、BHIA (栄研)、トリプトソイ寒天 (栄研)、普通寒天 (栄研)、GAM寒天、PEA寒天 (栄研) にそれぞれブドウ糖を0.5%になる様に添加すると共に0.5%BCP溶液を100:1の割合に注加したもの (以下、プラス培地名と略)、およびBCP加プレートカウントアガール (日水)、鉄サルファイト寒天の7種について検討した結果、プラスPEA寒天には菌が発育しなかったが、他の培地については、ほぼ一様に7日目で発育がピークに達したので、特に有意の差は無かった。

なお、プラスPEA寒天に発育しなかったのは、Desulfo nigrificansはGram陰性のためと思われる。

3) 確認培地 (表4)

培地は、高層と平板とに分け、前者では、鉄サルファイト半流動寒天 (寒天を0.5%の濃度)、プラスSIM、クリーグラ鉄寒天 (栄研) の3種を、また後者では、プラスBHIA、プラス・トリプトソイ寒天、プラス普通寒天、プラスGAM寒天、BCB加プレートカウントアガール、鉄サルファイト寒天の6種、計9種について検討した。なお高層培地は、12×120mm、またはそれに類似した長さの小試験管に、培養基を5ml分注、高圧滅菌後、直ちに水にて急冷し、プラチナ白

表4 各種確認培地における分離菌の特色

区分	培地名	分離菌の特色
高層	プラス・SIM	H ₂ Sが確認でき発育も早い
	鉄サルファイト半流動	H ₂ Sが確認できるか発育にやや難点
	クリグラ鉄寒天	H ₂ Sとブドウ糖分解が確認できるか発育にやや難点
平板	プラス・BHIA	発育がよく比較的黄色が明瞭
	プラス・トリプトソイ	上に同じ
	プラス・普通寒天	発育がよく黄色が明瞭
	PCB加PCA	上に同じ
板	プラス・GAM寒天	発育はよいが黄色はやや不明瞭
	鉄サルファイト寒天	H ₂ Sは確認でき、発育も比較的良好

注 平板上で黄色とはブドウ糖分解の確認具合

金線にて菌を管底部に接種した。なお、クリグラ鉄寒天は、滅菌急冷後、完全に培養基が凝固しない内に菌を接種した。一方、平板培地は、前項同様滅菌後速やかにペトリー皿に分注、乾燥後ガスパック法にて培養した。培養は、いずれも55℃で10日間まで観察し、菌の性状を確認出来るか否かを調べた。

その結果、高層培地では、プラスSIMの発育が良好でH₂S産生能も明瞭に確認できたが、他の2者は、H₂S産生能は確認できるが、発育が遅くピークは8~10日目であった。なお、クリグラ鉄寒天は、発育速度がプラスSIMにやや劣るが、同時にブドウ糖分解能を見ることが出来る。(発育過程で、始めブドウ糖が分解され、次いでH₂Sが産生されて行くのが確認できる) 一方平板培地では、ブドウ糖分解能の判定がやや劣るプラスGAM平板以外は、いずれもブドウ糖分解、またはH₂S産生能が良く確認できた。

5. 殺菌保存試験 (表5)

殺菌保存試験は、缶詰して飲料と同一組成 (原料は、クレーム発生缶のものと同様のものも含まれる) の内容物を作り、それを、一方は菌を接種しない平常殺菌処理をした実験缶とし、他方は菌を接種した実験缶を作り、殺菌温度と時間を変えたものについて、それぞれ55℃と室温 (12~24℃) に1ヶ月保存し、pH色、味覚等の変化、およびDesulfo nigrificansの有無について試験、検査を行った。

それぞれの実験缶は、次の様にして製作した。

表 5 殺菌保存試験結果

No.	殺菌方法	保存法	pH	気泡	色	味	菌検出状況
1~15	菌無接種	121℃ 30分 55℃	5.60~5.79	(-)	規準色	規準味	(-)
16~20	"	室温	5.88~6.20	(-)	"	"	(-)
21~25	菌接種未殺菌	55℃	4.53~4.59	(+)	淡	酸味中	(卅)
26~30	"	室温	4.64~4.86	(±)	濃	酸味弱	(+)
31~35	菌接種・沸騰水 30分	55℃	4.60~4.68	(+)	淡	酸味中	(卅)
36~40	"	室温	5.65~5.75	(-)	濃	普通	(+)
41~45	菌接種・117℃ 15分	55℃	4.64~4.74	(+)	淡	酸味中	(卅)
46~50	"	室温	5.89~6.20	(-)	濃	普通	(-)
51~54	菌接種・121℃ 15分	55℃	4.65~4.70	(±)	淡	酸味弱	(卅)
55			5.80	(-)	"	普通	(-)
56~60	"	室温	5.76~6.18	(-)	濃	"	(-)
61~62	菌接種・121℃ 30分	55℃	4.70~4.80	(±)	淡	酸味弱	(+)
63~65			5.60~5.82	(-)	"	普通	(-)
66~70	"	室温	5.92~6.15	(-)	濃	"	(-)

注 菌検出状況は(-):不検出 (+):増菌で検出 (卅):直接299コ以下 (卅):直接で300コ以上

(1) 菌無接種, 平常殺菌処理缶 : 内容物に菌を接種しない実験缶を, 121℃, 30分加熱したもの。

(2) 菌接種, 未殺菌缶 : 内容物を缶に注入後, 仮蓋をし, 沸騰水中で30分間加熱, 開缶し, 菌液を接種, 直ちに本蓋をしたもの。(開缶後は, 加熱しない)

(3) 菌接種, 沸騰水中30分処理缶 : 菌を接種した実験缶を, 沸騰水中で30分間加熱したもの。

(4) 菌接種, 117℃, 15分処理缶 : 菌を接種した実験缶を, 117℃, 15分間加熱したもの。

(5) 菌接種, 121℃, 15分処理缶 : 菌を接種した実験缶を, 121℃, 15分間加熱したもの。

(6) 菌接種, 121℃, 30分処理缶 : 菌を接種した実験缶を, 121℃, 30分間加熱したもの。

なお, 接種した菌は, クリーム品が発見されたベンダー内の残品中にあった他の異常缶を, 細菌学的に調べ, *Desulfo nigrificans* と一致する細菌が純粋的に生存しており, また芽胞も多数確認したものをを用い, 接種量は1mlとした。

保存試験の結果, 菌無接種で, 121℃, 30分加熱した平常殺菌処理缶では, 55℃, 室温保存ともに異常缶は出現しなかったが, 菌を接種したものにあっては, 55℃保存で, 未殺菌缶, 沸騰水処理缶, 117℃処理缶のものは, 全ての缶がpHは低下し, 開缶時気泡を生じ, 官能検査では酸味が生じ, また菌が多数検査される等の異常を来したが, 121℃, 15分処

理缶は, 5本中4本がpH, 気泡, 官能検査ともに異常を来し, また菌も直接培養でわずかではあるが検出されたが, 121℃, 30分処理缶では, 5本中2本が異常缶であり, pHは少しく低下し, 味覚も弱く酸味を生じ, 菌は直接培養では検出されず, 増菌して始めて検出される程度に減少していた。一方, 室温保存では, 未殺菌缶は, pHは低下し, 開缶時にわずかに気泡を生じ, また酸味も少しくあったが, 菌は増菌して始めて検出する程度であり, また沸騰水処理缶では, pHがいくぶん低下したが, 官能検査では異常が見られなかったが, 菌はやはり増菌しなければ検出されなかった。なお, 117℃, 15分以上の処理缶は, 全て正常であった。

異常缶の状態は, 缶の外観上, 膨脹もなく, また打検等においてもまったく異常は認められないが, 開缶すると気泡を生じ, 色はわずかに変化, 味覚は酸味を呈し, pHは4コマ代にまで低下, 検出された菌は, 高温性嫌気性有芽胞菌である*Desulfo nigrificans* であるところより, 本異常缶は, いわゆる Flat Sour 変敗であった。

6. 考 察

缶詰コーヒー乳飲料, および缶詰するこ飲料の変敗原因菌を分離し, 菌の性状を調べると共に, 検査方法, 培地の検討, および殺菌保存試験を行ったところ, 次のような結果を得た。

1) 分離された菌は、その性状よりみて、*Desulfo nigrificans* と思われるが、なお細部に渡って調べなければならぬので、ここでは、一応類似菌とする。

2) 培地は、食品衛生検査指針等々^{3) 4) 5) 6) 7)}について検討し、増菌培地9種、分離平板培地7種、確認培地9種について試験、検査したところ、本菌はH₂S産生菌なので0.5%に酵母エキスを加えたプラスSIMが、発育もよく、増菌と同時にH₂S産生能の確認もでき、また培地の調整も簡単なので、本菌を疑える場合には、最も有効な培地と思われる。平板培地では、今回実験した中でプラスPEA寒天の他は目的のある程度達する事の出来る培地であると思われる。また、確認培地では、クリグラ-鉄寒天高層は、菌の発育に少しく難点はあるが、ブドウ糖分解性と同時にH₂Sの産生が確認出来るので利用価値は高い。

3) 増菌培養は、55°Cで最低10日以上、また、分離培養、および性状検査では6日以上行う必要がある。

4) 本菌を用いての殺菌保存試験を行った結果、菌接種缶詰を55°Cに保存した場合、121°Cで30分殺菌したものでも変敗したものがあり、この事は、溝口らの実験でタイプIの250°Fで3時間、260°Fで2時間の加熱に耐え、270°Fで30分で死滅する菌に近い耐熱性を持ち¹⁾、また、リン酸緩衝液での耐熱試験は行わなかったが、松田等²⁾の分離した菌と同様の耐熱性を持つ菌であると思われる。

5) Bergey's Manual 8thでは、*Desulfo nigrificans*は30~37°Cでゆっくり発育するとあるが、117°Cで15分、121°Cで15分、および121°Cで30分加熱殺菌した菌接種の実験缶詰を使用している37°C保存試験では、特に今回は2ヶ月でもそれを確認することが出来なかったが、中温でも発育可能であれば、本菌で汚染されている缶詰は保管に充分気を付けねばならないと考える。

6) 本菌によっての変敗缶詰の状態は、開缶前の外観は何等異常を示さないが、内容物は酸味を呈し、pHを低下させるFlat Sour変敗であった。

7) 缶詰コーヒー飲料、および缶詰しるこ飲料の菌数計算は、今回、平板にコンラージ棒にて塗布する平板法と、混釈平板法を行ったが、どちらも菌数にばらつきがありすぎて菌数を算出できなかったが、今後はアナエロビック・パウチ法^{9) 10) 11) 12)}や、MPN法¹³⁾等を検討する必要があると思われる。

8) 今回行った殺菌保存試験では、実験缶に異常缶

で発見された内容物を菌液として用いたが、本来は分離菌を使用して行うべきであるが、今回は炭酸カルシウム、または大理石を添加した肝にブイヨン、ピー、インヒュージョン、クックドミート等で芽胞を形成させる様努めたが、思うような芽胞数を得ることが出来なかったので前出の内容物を菌液として用いた。

9) Flat Sour変敗の原因は、原料中の砂糖が*Desulfo nigrificans*に濃厚汚染されている場合が多い^{1) 14) 15)}ので、砂糖を多量に使用する様な缶詰類を製造する場合は、原料の吟味か、または殺菌方法の工夫が特に必要と思われる。また、現在、製造基準で食肉製品等に使用する砂糖、でん粉、香辛料は、耐熱性菌総数(芽胞数)1g当り1,000以下としてあるが、特に缶詰等長期間保存することを目的とした食品の砂糖等については、高温性嫌気性有芽胞菌の基準についても検討する必要があるものと思われる。

7. 結 論

1) 缶詰コーヒー乳飲料、および缶詰しるこ飲料のFlat Sour変敗缶より、*Desulfo nigrificans*の類似菌を検出した。

2) 各種の培地を検討したが、中でも原因菌が本菌を疑える時には、0.5%に酵母エキスを添加したプラスSIMは、増菌と確認の両培養が同時に出来るので特に有効と思われる。また培養は55°Cで6~10日以上必要である。

3) 殺菌は、原料が本菌で汚染の強い場合には、121°C、30分では不十分と思われる。

4) 本菌による変敗事故を無くするには、特に砂糖等の原料を吟味し、本菌の汚染のないもの、または少ないものを使用するか、あるいは殺菌方法の工夫が必要であると考えられる。また、法的な製造基準の中にも、缶詰等、長期保存を目的とした食品に使用する原料には、高温性嫌気性有芽胞菌の許容範囲を設ける必要があると思われる。

文 献

- 1) 溝口、他：缶詰時報 56 12 16 (1977)
- 2) 松田、他：缶詰時報 56 12 17 (1977)
- 3) 厚生省編：食品衛生検査指針Ⅱ 18 p394~403 日本食品衛生協会 (1978)
- 4) M.L.Field 田中訳：缶詰時報 51 6~12 別刷、2~5、17~18 (1972)
- 5) 田中氏指導：コーヒーのフラット、サワー変敗

原因検査 (1978)

6) 鈴木, 上野: 臨床嫌気性細菌学 10~27

岐阜大学: 昭和52年度

7) 佐藤, 他: 茨衛研年報, 4 80~83
(1967)

8) R.E.Buchanan et al; Bergey's Manual
of Determinative Bacteriology, 8th ed.
572-573 Williams & Wikins, Baltimo-
re (1974)

9) 松田: 缶詰時報, 54, 4, 36~38 (1975)

10) 阪口, 他: 食品衛生研究, 25, 10, 15~19
(1975)

11) 村上, 他: メディアサークル, 20, 6, 1~4
(1975)

12) 降井, 他: 京都府年報, 22, 29 (1977)

13) 神崎, 他: 東京都年報, 26-1 168~171
(1975)

14) M.L.Field, 田中訳: 缶詰時報, 51, 6~12
別刷 7~9 (1972)

15) 松田: 食品衛生研究, 26, 6, 20~21 (1976)

肉および肉製品に関する衛生学的研究(V)

県内の食肉製品の微生物叢

村松良尚 赤津好

はじめに

無菌食品と称される加工食品が多くなりつつある食品工業界であるが、技術的にそれに達し得ない食品も多々ある。食肉製品においても、一部レトルト製品として市販されているが、全面的な無菌化にはまだ困難がある。確実な安全性を確保でき得ない製品の保蔵性を高めるためには、それを低下させる要因を解析し、対処しなければならない。要因の一つに微生物の作用があげられるが、AF₂使用禁止後の食肉製品中の微生物叢を明らかにした報告例がない。今回、これを明らかにすることを中心課題とし、あわせて、微生物の保存性への影響を観察し今後の衛生管理に役立てようと試みた。

試験方法

1. 試験対象 昭和53年7月から昭和54年4月までの期間のうち、12月と1月を除く8か月間に依頼検査として搬入された、ソーセージ類170件、ハム類45件、スライス製品、ブロックカット製品74件の計289件である。
2. 試料調整 検体30gに270mlの生理食塩水を加え、11月まではLourdesのホモジナイザー(4000rpm)によって約1分間磨砕し、2月以後はオルガノのストマッカーにより約1分間細砕し、これを原液とした。
3. 一般生菌 原液1mlをペトリ皿2枚にとり、標準寒天で35℃、4日の混積培養した。集落全部を釣菌し、金子¹⁾らの方法に準じた前報³⁾の同定基準に準じて、属レベルまで同定した。菌数は検体0.1g当りの実数で示した。
4. 真菌 原液1mlをペトリ皿2枚にとり、クロラムフェニコール(100μg/ml)加ポテトデキストロス寒天を加注混積し、25℃・4~7日培養した。集落全部について定法に準じ、属レベルまで同定した。分子子の確認できない株は不明菌種とした。菌数は検体0.1g当りの実数で示した。

5. 品質劣化試験 包装を取り除き、市販ビニール袋に入れ、入口を結紮し、平山製作所の低温恒温恒湿槽10±0.2℃に7~40日保存し、肉眼的に変化を認めた製品について、表面集落ならびに貯留した分離水を白金耳で採取し、トリプトソイ寒天平板(30℃・4日)とポテトデキストロス寒天平板(25℃・4~7日)とで分離培養し、前記の基準でそれぞれ同定した。

成績

1. ソーセージ類 (表1-1 表1-2)

スモークド・ソーセージのうち、真空包装と炭酸ガス包装142件の一般生菌数は16.3/0.1gであり、真菌は54件(38%)に検出し、平均菌数が0.7/0.1gである。一般生菌ではBacillus(45.1%)とMicrococcaceae(39.7%)とで84.8%を占め、グラム陰性菌が3.5%である。真菌はPenicillium(29.8%)、Aspergillus(10.6%)で57.4%を占める。一般生菌、真菌ともに、真空包装よりも炭酸ガス包装において検出されやすい。又、品質劣化件数は両包装とも少なく、製品表面の汚染菌が少ないことを示す。したがって調整試料の混積培養で検出された一般生菌、真菌は製品の内部に含まれた菌であると推定される。真空包装・炭酸ガス包装共に、B施設の製品がA施設のそれより安定している。C施設の真空包装は前二者より一般生菌が少ないけれども、真菌の陽性率が高い。E施設の炭酸ガス包装は全体的に菌数が多く、特にBacillus、真菌、酵母の汚染が高い。

トレー包装、ビニール袋包装のE、F施設の製品では、菌数が多く、検体によるバラツキが高い。菌種も多種類である。真菌の検出率は91%である。品質劣化試験では、全検体に(5~10日)劣化が認められ、劣化菌種は人工培地上の分離菌を裏付けるものであり、製品の内部も表面も、ともに汚染が高いことを示す。

表1-1

食肉製品の微生物叢
スモークド・ソーセージ

形態	施設別 検体件数	一般生菌 (0.1g 当り)															
		総菌数 (平均菌数)	菌数範囲 (最低菌数の件数)	PCA					35℃ 4日								
				Pseudomonas	Enterobacteriaceae	Achromobacter	Fravobacterium	Gram (-)	Bacillus	Micrococcaceae	Streptococcus	Gram (+)	Yeast	Fungi	不明菌		
真空包装	A 7	(16.7) 117	0~239 (2)		2					76	29	10					
	B 43	(8.8) 377	0~40 (5)	7	3		1			209	149		L 1	1	1	1	1
	C 3	(5.7) 17	0~14 (1)							2	3	12					
炭酸ガス包装	A 21	(28.9) 606	0~220 (2)	3	20	3	30			403	133		C ^o L 2	1	10		
	B 64	(17.2) 1095	0~102 (7)	42	80	30	3	C ^e Ae 5 V 1		254	604	1	C ^o L 4	1	30	10	25
	E 4	(26.3) 105	10~53 (1)	1						101	3						
菌種 / 検出総菌数%		(16.3) 2317						G (-) 3.5		4	5.1	3	9.7				
検出件数 / 件数	1 4 2																
トレー包装	E 4	(2218) 8871	30~6900 (1)	(1) 5500			(1)			C300	2596	120			350	5	
		(101.4) 710	1~584 (1)		(1)	2	1	190	2	C 8	138	253		C ^o 88 L 10 Mb 2		8	5
ビニール袋包装	F 7																
菌種 / 検出総菌数%																	
検出件数 / 件数	1 1																

記号：P: Pseudomonas E: Enterobacteriaceae Ac: Achromobacter F: Fravobacterium V: Vibrio
 Ae: Aeromonas C: Comamonas L: Lactobacillus S: Streptococcus Le: Leuconostoc
 M: Micrococcaceae Mb: Microbacterium Co: Corynebacterium B: Bacillus Y: Yeast
 Au: Aureobasidium As: Aspergillus Al: Alternaria Ab: Absidia Cl: Cladosporium
 Cu: Curvularia Fu: Fusarium Hu: Humicola Mu: Mucor Ni: Nigrospora
 Pa: Paecilomyces Pe: Penicillium Pi: Pithomyces Tr: Trichoderma Ce: Cephalosporium

表1-2

食肉製品の微生物叢
スモークド・ソーセージ

形態	施設別 検体件数	真菌 (0.1g 当り) PDA 25℃ 4~7日							品質劣化品 好気下 10℃ 7~40日		
		真菌 検出件数	Penicillum	Cladosporium	Aspergillus	Fusarium	Nigrospora	他の 真菌	不明 菌	数	分離菌種と 件数
		真空包装	A 7	2		1		1			
	B 43	8	3	1		1	1	Hu 1	4	1	M1 Co 1
	C 3	1		1	1		1			1	Ac 1 B 1
炭酸ガス包装	A 21	9	2	5	3	3	2	Cu 1 Tr 1 Mu 1	3	1	M 1
	B 64	30	19	7	5		2	Pa 1 Al 1 Ab 1	9	1	F 1 Y 1
	E 4	4	4	1	1		1	Ce 1	1	4	Y 4 P 2 Ac 2 L 2 Pe 2 M 1 B 1
菌種/検出総菌数%		17.0 94株 29.8 10.6									
検出件数/件数 142		38%							5.6%		
トレー包装	E 4	4	3	2		1		Ce 1	1	4	Y 4 Pe 4 P 1 V 1 M 1
ビニール袋包装	F 7	6	7					Ce 1		7	Pe 7 Y 4 P 1 M 1 B 1
菌種/検出総菌数%		62.5 16株									
検出件数/件数 11		91%							100%		

2. ハム類・スライス類 (表2-1 表2-2)

A, B施設のハム類の平均生菌数は4.4/0.1gである。グラム陽性菌はBacillus (20.8%), Micrococcaceae (30.0%)であり、主にB施設の製品に多くみられる。グラム陰性菌は11.7%で、A施設の製品にやや多い。真菌は40%の検体に検出され、Penicillum (48.0%), とCladosporium (30.4%)とで78.4%を占める。A施設のロースハム類、B施設のプレスハムに酵母が多いのが目立つ。人工培地での検出菌数は一般生菌、真菌共にB施設の製品に多いが、保存試験での劣化件数と分離菌種ではA施設の製品に多く、しかも水分分離を起し易い。

スライス製品の一般生菌の菌種はMicrococcaceae (2

4.0%)が主体で、Bacillus (6.1%)が少い。グラム陰性菌は8.5%であり、酵母や他のグラム陽性菌の比率が高い。真菌の陽性率は24.0%でPenicillum (59.0%), Cladosporium (36.0%)だけで95%を占める。保存試験では46%の検体に品質劣化が認められ、分離菌も多彩である。A, B施設の製品は前記の平均的な傾向に準ずるが、真菌がベーコンに多く、スライスソーセージに少ない。C施設のハム類は菌数が著しく少なく、劣化も認められない。ソーセージ類では菌数の多い検体が多く、菌種も多様である。E施設のスライスハムでは、一般生菌・真菌ともに多く、菌種も多種類である。

表 2-1

食肉製品の微生物叢
ハム類・スライス類

検体の種類 検体の形態	施設別 検体件数	一般生菌 (0.1g 当り) P C A 3 5 °C 4 日											
		総菌数 (平均菌数)	菌数範囲 (最低菌数の件数)	Pseudomonas	Enterobacteriaceae	Achromobacter	Gram (-)	Bacillus	Micrococccaceae	Streptococcus	Gram (+)	Yeast	Fungi
ロースハム ボンレスハム	A 15	(1.7) 26	0~14 (10)	5		4	F 1		9		Co1	20	1
	B 6	(5.0) 30	0~15 (3)	1			F 2	17	8				1 1
プレスハム	A 12	(2.9) 35	0~12 (7)		4	4		3	11	7	Co1		3
	B 12	(8.8) 106	0~20 (4)				F 2	21	31	2		48	2
菌種/検出総菌数%		(4.4) 197		G (-) 1 1.7			2 0.8 3 0.0						
検出件数/件数 4 5 件													
ハム類 スライス 真空包装	B 12	(12.3) 147	0~51 (1)	18	11		C 1 F 3	46	31	35			1
	C 7	5 (700)	0~3 (6)					2	1				2
	E 4	2799 (1)	2~1237 (1)	101	6	1		112	519	1000	L50 Co5	1000	4
ベーコン ブロックカット スライス 真空包装	A 6	(5.2) 31	0~12 (1)	1		1	F 3		10	9	Co2	1	1
	B 6	(6.5) 39	0~22 (1)	3	3	4	F 8	12	5				3 1
ソーセージ類 スライス 真空包装	B 6	(16.7) 100	7~45 (1)	3	7			24	20			46	
	C 9	(60.3) 543	0~317 (3)	70	41	20	Ae 6	29	295	70		7	1 4
菌種/検出総菌数%		3664		G (-) 8.5			6.1 2 4.0						
検出件数/件数 5 0 件													

3. 他のソーセージ類・ブロックカット類

(表 3-1 表 3-2)

A施設のドライ・ソーセージとポロニア・ソーセージではBacillusとMicrococccaceaeが主叢菌であり、真菌の検出検体は50%である。保存中のドライ・ソーセージには低水分のため真菌の発生が認められない。C施設のクックド・ソーセージは加熱工程がないため、菌数が多い。ローフ、焼豚ではBacillusが主叢菌であり、保存中の劣化品が少ない。

考 察

1. スモークド・ソーセージの真空包装と炭酸ガス包装での一般生菌数は30/0.1g以下であり、BacillusとMicrococccaceaeが主叢菌である。炭酸ガス包装では真空包装よりグラム陰性菌、真菌の含有度が高く、菌抑制効果が真空包装の方が優れていることを示す。一般生菌の多い検体に真菌も多く含有し、劣化もしやすい傾向がある。またPenicillium, Cladosporium, Aspergillus が主体に検出され、自然界の分布度合と

表2-2 食肉製品の微生物叢
ハム類・スライス類

検体の種類 形態	施設別 検体件数	真菌 (0.1g 当り) PDA 25°C 4~7日					品質劣化品 好気下 10°C 7~40日				
		真菌 検出件数	Penicillum	Cladosporium	他の 真菌	不明	件数	分離菌種と 件数			
								件	件	件	件
ローハム ボンレスハム	A 15	4	2	2	Cu 1	1	6	Y5	Pc 2	Cl 2	M2
	B 6	3	2	1			1	P 1	Ac 1	B 1	
プレスハム	A 12	6	2	3	As 1 Pa 1		7	Co 2	M2	P 1	V 1
	A 12	5	5	1	As 1		2	Pe 1	Cl 1	Y 1	
菌種 / 検出総菌数 %		48.0 30.4 23株									
検出件数 / 件数 45件		40%					35.6%				
ハム類 スライス 真空包装	B 12	2	1	1			6	M3	Y2	P 1	Ac 2
	C 7	0					0	Le 1	Co 1	Pe 1	
	E 4	2	3	1	Pi 1		2	P 2	M2	Pe 2	Y 2
ベーコン ブロックカット スライス 真空包装	A 6	3	1	1	Fu 1 Al 1		2	P 1	Y 1	Cl 1	
	B 6	4	7	4			3	Cl 2	P 1	M 1	
ソーセージ類 スライス 真空包装	B 6	0					4	Y 3	E 1	M 1	F 1
	C 9	1	1	1			6	P 3	E 3	Ac 2	
菌種 / 検出総菌数 %		59.0 36.0 22株									
検出件数 / 件数 50件		24%					46%				

類似しており、これらの汚染由来を追求する必要がある。

ロース、ボンレス、プレスのハム類では、BacillusとMicrococcaceaeが主叢菌であるが、10/0.1g以下と菌数が少なく、また菌の全く検出されない検体の多い製品である。真菌はPenicillumとCladosporiumが主体である。二次殺菌を行う製品から真菌が検出される原因は不明である。

スライス製品では、A、B施設の場合、前記のバルク物に比して、菌数がやや多いが、菌種では前者と同じ傾向を示す。真菌はベーコンに多いが、その他の製品にはバルク物より少ない傾向がみられる。スライスの

工程は汚染の危険性が高いのであるが、空調室の設置と真空包装の採用とにより、その危険性を克服した製品である。しかし、空調室のないC、E施設の製品は二次殺菌を行っているが、十分な除菌効果をあげ得ず、製品は不安定である。

2. 原料肉の洗浄、物理的熟成による短時間塩漬、適正な加熱、加熱後の接触汚染の排除、空中菌汚染の除去、ガス低透過性包装材の採用等の条件が満足されるにつれて、BacillusとMicrococcaceaeが主叢菌となる傾向を、A、B施設の全種の製品が示している。金子²⁾のAF₂使用禁止前の食肉製品の表面菌叢の報告では、ウィンナーソーセージ類はMicrococcaceae (3.17%)、

表3-1 食肉製品の微生物叢
他のソーセージ類・カット類

検体の種類 検体形態	別設 施検 件数	一般生菌 (0.1g 当り) PCA 35℃ 4日											
		総菌数 (平均菌数)	菌数 範囲 (最低菌数の件数)	Pseudomonas	Enterobacteriaceae	Achromobacter	Gram (-)	Bacillus	Micrococccaceae	Streptococcus	Gram (+)	Yeast	Fungi 不明菌
ドライソーセージ 真空包装	A 8	(11.3) 90	0~47 (2)		2	3		31	50		Co2	1	1
ポロニアソーセージ 真空包装	A 6	(26.8) 161	0~66 (1)	1			125	35					
クックドソーセージ 真空包装	C 3	(337) 1011	10~652 (1)	1	(1) 342		V1	2	7	(1) 150		1	7
ローフ ブロックカット	A 15	(35.5) 534	0~220 (3)	1	1		472	57			Co1	2	
真空包装	B 3	(7.7) 23	0~19 (1)		1		21	1					
焼豚真空包装 ブロックカット	B 6	(3.5) 21	2~5 (1)				19	2					

表3-2 食肉製品の微生物叢
他のソーセージ類・カット類

検体の種類 検体形態	別設 施検 件数	真菌 (0.1g 当り) PDA 25℃ 4~7日						品質劣化品 好気下 10℃ 7~40日			
		真菌 検出 件数	Penicillium	Cladosporium	Aspergillus	Fusarium	Nigrospora	他の 真菌	不明 菌	件 数	分離 菌数 と 件数
ドライソーセージ 真空包装	A 8	4		2		3			1	0	
ポロニアソーセージ 真空包装	A 6	3	2	4						1	Pe1
クックドソーセージ 真空包装	C 3	2	2	1		2				1	M1 Y1
ローフ ブロックカット	A 15	2	1					Au 1		1	M1 Y1
真空包装	B 3	0									
焼豚真空包装 ブロックカット	B 6	2	1					Al 1		2	Cl 1 Y1

Achromobacter(30.0%)が主体であり、スライス・ソーセージは、Micrococccaceae(36.7%), Achromobacter(18.3%), スライスプレスハムは、Micrococccaceae(41.7%), Lactobacillus(21.7%), スライスロースハムはMicrococccaceae(70.0%), Lactobacillus(20.0%)であると報じており、当試験とは相当の違いがある。著者らの試験ではグラム陰性菌の減少が目立つが、これを施設別にみると、全体の衛生管理³⁾⁴⁾が良く行われている施設ほど、当該菌の含有率が低い傾向を示している。また、Lactobacillusが少なくなった理由は、微生物の作用を活用した塩漬法から速成的な物理的塩漬法にかわったことによるもので、塩漬時に乳酸菌類への菌交代が行われなかったためである⁵⁾。化学成分の肉への浸透を目的とした、この速成法は品質への影響がないとすれば、従来の長時間塩漬法より衛生的な方法である。Bacillusが主叢となった訳は、Bacillus自体の菌数が多く検出されるようになったのではなく、他の菌種および菌数が少なくなったため相対的に目立つのである。今後、Micrococccaceaeと共に汚染経路の分析、減菌対策、劣化作用等の解明が必要な菌種である。保存性の高いA、B施設の製品とそれより保存性の低い製品との菌種を比較すると、グラム陰性菌の含有が少い程、保存性が高いことが示されている。

3. A、B施設は日本では技術的にも衛生的にも最先端をいく大手ではあるが、ソーセージ類では炭酸ガス包装製品を真空包装製品並の保存性に高め、スライス、カット製品のカット工程中の汚染を除去する工夫が必要である。また、A施設の場合にはバルク物の水分分離の原因求明が課題である。C施設の製品はスモークド・ソーセージ、スライスハムにおいてA、B施設の製品より安定しており、昨年³⁾の保存試験の結果に比して良い成績であった。クックド・ソーセージは蒸煮工程がないため不安定であり、工程中の汚染を排除するよう考慮すべきである。他の施設の製品に比して真菌

の検出が低い。E施設のスモークド・ソーセージ、スライスハム共に一般生菌も真菌も多く、保存中に全部の検体にPenicillumの発育を認め、イボ状物が発生し、劣化しやすい製品であり、工程の見直しが必要である。F施設のウインナー・ソーセージも前者と同様であり、昨年³⁾の結果から前進がない。

ま と め

1. スモークド・ソーセージ、ハム類における一般生菌の主叢菌はMicrococccaceaeとBacillusであり、真菌の主叢菌はPenicillumとCladosporiumである。
2. 衛生管理が良くなるにつれ、菌数が減少し、菌叢はグラム陰性菌が少なくなり、上記のグラム陽性菌が主体になる。
3. 品質劣化に作用する菌は総体的に、酵母、Micrococccaceae、グラム陰性菌、Penicillum、Cladosporium、グラム陽性菌の順に多い傾向を示す。
4. A、B施設の製品は比較的安定した保存性を持ち、C施設の一部の製品は安定して来た。E、F施設の製品は昭和52年の結果と同じである。
5. 包装形態別では真空包装が最も品質劣化菌を抑制し、製品の保存性を高める。
6. A施設のバルク物は人工培地上での分離菌は少ないが、保存中(10°C)に水分が流出しやすい。

参 考 文 献

- 1) 金子精一：日獣会誌，22，1，15~20，(1969)
- 2) 金子精一：日獣会誌，22，12，539~549
(1969)
- 3) 村松良尚外：茨城衛研年報，16，75~93，
(1978)
- 4) 村山正利外：茨城衛研年報，16，71~74，
(1978)
- 5) 野口謹一外：獣医畜産新報，696 41~44，
(1979)

Distribution of Psychrotrophic Organisms in Bottled and Paper Packed Market Milks Pasteurized by Various Method.

Kazunori YAMAMOTO, Hideo SATOU and Konomu AKATSU

Ibaraki Prefectural Institute of Health, 4-1, Atago-cho, Mito, Ibaraki, Japan

The investigation was carried out on the distribution of psychrotrophic organisms in bottled and paper packed market milks which were directly collected from 18 dairy plants in Ibaraki-prefecture and the following results were obtained;

1) Viable and psychrotrophic counts were tested on 40 samples of market milk (bottled milk; 21 samples, paper packed milk; 19 samples) with various processes of pasteurization.

On viable counts, 5 per cent of samples of paper packed milk showed the order of $10^0/ml$ of colonies, while 48 per cent of samples of bottled milk showed $10^0 - 10^5/ml$.

On psychrotrophic counts, 10 per cent of the former samples showed $10^0/ml$ of colonies, while 67 per cent of the latter samples showed $10^0 - 10^3/ml$.

2) Six hundred and sixty one strains of psychrotrophic organisms were isolated; 655 strains from bottled milks and 6 strains from paper packed milks.

3) Psychrotrophic organisms were taxonomically identified and it was revealed that 553 strains were Gram-negative bacteria, of which 309 strains were identified to be belonged to the genus *Pseudomonas* and the remainder were to the genera *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Coliform bacteria*, *Bacillus*, etc.

4) Psychrotrophic organisms belonging to the genera *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Aeromonas* and *Bacillus* were isolated with high frequency of occurrence of more than 60 per cent.

5) It was concluded that paper packed milk pasteurized by U.H.T. method was accepted as the satisfactory market milk under the adequate hygienic control.

1. Introduction

With the recent advances of cold-chain system in food industry, the contamination of foods with psychrotrophic organisms has become a serious problem. Milk is one of the representative foods susceptible to deterioration by the contamination of psychrotrophic organisms during storage at low temperature.

A number of microbiological and biochemical studies on the psychrotrophic organisms in milk have been reported.¹⁻¹⁵⁾

Most of investigation have carried out on raw milk, since psychrotrophic organisms were more widely distributed in it than in market milk controlled by pasteurization.

Although in the latter, there are a considerable number of psychrotrophic organisms surviving pasteurization or contaminating subsequently after pasteurization. In recent years, a large percentage of market milks now going to consumer is supplied in paper container, because paper packed milks contain very few organisms and adequately protect milk against contamination.^{16,17)} However, the comparative investigations of psychrotrophic organisms between bottled and paper packed milks are a few. Authors investigated on the distribution of psychrotrophic organisms in bottled and paper packed market milks which had undergone the ultra high temperature heating (U.H.T.), high temper-

ature short time (H. T. S. T.) and holding(H.) processes of pasteurization. It was the aim of this paper to report the actual condition of contamination of the market milks with psychrotrophic organisms and the comparison of such contamination between bottled and paper packed milks.

2. Materials and Methods

2-1 Market milk samples

Forty samples of market milk were directly collected from 18 dairy plants in Ibaraki-prefecture from the middle of August to the beginning of September in 1978. Types of container and pasteurization method of the milk samples was shown in Table 1.

Out of 40 samples collected, 21 samples were bottled milks and 19 samples were paper packed milks. The datum on paper packed milk pasteurized by H.T.S.T. method was not obtained, because this type of market milk was not supplied by and dairy plants in Ibaraki-prefecture.

Table 1. Types of containers and pasteurization methods of market milk samples supplied by total dairy plants in Ibaraki-prefecture.

Pasteurization method containers	U.H.T. *1 method	H.T.S.T *2 method	H. *3 method	Total
bottled milk	11	6	4	21
paper packed milk	18	0	1	19
Total	29	6	5	40

*1 ultra high temperature heating

*2 high temperature short time

*3 holding

Figures in table indicate the number of samples.

2-2 Determination of viable and psychrotrophic counts.

Usual determination of viable counts was carried out as follows: ¹⁸⁾ one ml of milk

sample was suspended in 20 ml of Plate Count Agar medium(P.C.A.) and plated, and was incubated at 35°C for 2 days. Determination of psychrotrophic counts was carried out according to Standard Methods of American Public Health Association (13th ed., 1972) ¹⁹⁾ as follows: one ml of sample was plated similarly as the use of viable counts, then incubated at 7°C for 10 days.

2-3 Taxonomical diagnosis of psychrotrophic organisms.

The isolated psychrotrophic bacteria was taxonomically identified according to Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (8th ed., 1974), ²⁰⁾ Manual for the Identification of Medical Bacteria (2th ed., 1974), ²¹⁾ etc. ²²⁻²⁴⁾

2-4 Growth responses of isolated psychrotrophic organisms at different incubation temperatures.

Growth responses of isolated psychrotrophic organisms at different incubation temperatures were examined by smearing the organisms on plate of P.C.A., and was incubated at 0°C for 7 days and 14 days, 5°C for 7 days and 10 days, 20°C for 4 days and 35°C for 2 days respectively.

3. Results

3-1 Viable and psychrotrophic counts in bottled and paper packed market milks pasteurized by various methods.

Table 2. indicates the actual state of contamination of both bottled and paper packed milks with psychrotrophic organisms. As a whole, paper packed milks contain less organisms than bottled milks, either on viable counts or on psychrotrophic counts.

Viable counts of all samples of market milk pasteurized by U.H.T. method were less than the order of 10⁹/ml: 94 per cent of samples of paper packed milk showed no co-

Table 2. Viable and psychrotrophic counts in bottled and paper packed market milks pasteurized by various methods.

pasteurization bacterial counts/ ml at the order of		U.H.T *1 method		H.T.S.T *1 method		H. *1 method		Total	
		bottled milk	paper packed milk	bottled milk	paper packed milk	bottled milk	paper packed milk	bottled milk	paper packed milk
viable counts	0	7	17	3	— *2	1	1	11	18
	10 ⁰	4	1	0	—	0	0	4	1
	10 ¹	0	0	0	—	0	0	0	0
	10 ²	0	0	0	—	0	0	0	0
	10 ³	0	0	2	—	2	0	4	0
	10 ⁴	0	0	1	—	0	0	1	0
	10 ⁵	0	0	0	—	1	0	1	0
psychrotrophic counts	0	7	17	0	—	0	0	7	17
	10 ⁰	4	1	0	—	1	1	5	2
	10 ¹	0	0	3	—	0	0	3	0
	10 ²	0	0	0	—	2	0	2	0
	10 ³	0	0	3	—	1	0	4	0

*1 see Table 1.

*2 no data

ntamination, while 36 per cent of bottled milks were contaminated. The quite similar result was obtained with the psychrotrophic counts of those samples.

It is worth to mention that more or less than 50 per cent of samples of bottled milk which had undergone either H.T.S.T. or H. processes of pasteurization were contaminated with 10³–10⁵/ml on viable counts.

3-2 Isolation and classification of psychrotrophic organisms contaminating bottled and paper packed market milks.

Six hundred and sixty one strains of psychrotrophic organisms were isolated from the market milks: 655 strains from bottled milks and 6 strains from paper packed milks.

This result reflects that paper packed milks contain very few of psychrotrophic organisms. Psychrotrophic bacteria were taxonomically identified on the basis of diagnoses of morphological characters, pigment production,

spore formation, motility, O-F test (Hugh-Leifson's method), Cytochrome oxidase, Catalase, etc. (Table 3.)

Table 3. Classification of psychrotrophic organisms contaminating bottled and paper packed market milks.

container types genus	No. of organisms isolated (%)		
	bottled milk	paper packed milk	Total
Pseudomonas	307	4	309 (46.7)
Acinetobacter	61	1	62 (9.4)
Aeromonas	42	2	44 (6.7)
Flavobacterium	36	0	36 (5.4)
Coliform bacteria	26	0	26 (3.9)
Alcaligenes	20	0	20 (3.0)
Acinobacillus	6	0	6 (0.9)
Eacillus	46	1	47 (7.1)
Micrococcus	37	0	37 (5.6)
Lactobacillus	7	0	7 (1.1)
Streptococcus	1	0	1 (0.2)
Unclassified			
Gram (-) rods	50	0	50 (7.6)
Gram (+) rods	4	0	4 (0.6)
Yeast	12	0	12 (1.8)
Total	655	6	661 (100.0)
Gram-negative	548	5	553 (83.6)
Gram-positive	95	1	96 (14.6)

Out of 661 strains isolated, 553 strains were Gram-negative bacteria, of which 309 strains were identified to be belonged to genus *Pseudomonas*. That the majority of isolated psychrotrophic organisms were identified to be *Pseudomonas* is well conformable with the results previously reported by other workers.^{1, 2, 11, 25, 26)}

Of the remainder, 62 strains were identified as *Acinetobacter*, 44 strains as *Aeromonas*, 36 strains as *Flavobacterium*, 26 strains as *Coliform bacteria*, etc. Although the number of psychrotrophic organisms isolated from the paper packed milk samples were small, the tendency of the taxonomical characters of the isolates were similar to those of isolates from bottled milks.

3-3 Influence of pasteurization processes on the distribution of psychrotrophic organisms in bottled and paper packed market milks.

As shown in Table 4., the largest number of psychrotrophic organisms were isolated from bottled milks pasteurized by H. T. S. T. method: 367 strains from 6 samples. On the other hand, from the bottled milks pasteurized by U. H. T. method, a small number of the organisms were isolated, though sample number were approximately twice as much as other samples: 37 strains from 11 samples.

As to paper packed milk samples, only 4 strains of psychrotrophic organisms were isolated from 18 samples which had undergone U. H. T. process of pasteurization.

Table 4. Types of psychrotrophic organisms in bottled and paper packed market milks pasteurized by various methods.

Pasteurization method genus	U. H. T *1 method		U. H. T *1 method		H *1 method	
	bottled milk	paper packed milk	bottled milk	paper packed milk	bottled milk	paper packed milk
	No. of organisms isolated					
<i>Pseudomonas</i>	19	2	144	— *2	144	0
<i>Acinetobacter</i>	0	1	27	—	34	0
<i>Aeromonas</i>	2	1	34	—	6	1
<i>Flavobacterium</i>	0	0	31	—	5	0
Coliform bacteria	0	0	21	—	5	0
<i>Alcaligenes</i>	1	0	8	—	11	0
<i>Acinobacillus</i>	0	0	6	—	0	0
<i>Bacillus</i>	6	0	30	—	10	1
<i>Micillus</i>	7	0	16	—	14	0
<i>Lactobacillus</i>	1	0	2	—	4	0
<i>Streptococcus</i>	1	0	0	—	0	0
Unclassified						
Gram (-) rods	0	0	35	—	15	0
Gram (+) rods	0	0	2	—	2	0
Yeast	0	0	11	—	1	0
Total	37	4	367	—	251	2
Gram-negative	22	4	306	—	220	1
Gram-positive	15	0	50	—	30	1

*1 see Table 1.

*2 no data

In any samples pasteurized with different methods, the major species of Gram-negative bacteria were identified to be *Pseudomonas*, *Acinetobacter* and *Aeromonas*. The major species of Gram-positive bacteria were *Bacillus* and *Micrococcus*, although these organisms were little in paper packed milks. Results mentioned above indicate that the psychrotrophic microflora of paper packed milk was remarkably simpler than that of bottled milk, although the psychrotrophic microflora of bottled milk pasteurized by U. H. T. method was rather simpler than those of other milks pasteurized by H. T. S. H. or H. method.

3-4 Frequency of occurrence of psychrotrophic organisms in bottled and paper packed market milks.

Table 5. indicated the frequency of occurrence of psychrotrophic organisms which were isolated from 14 samples of the bottled milk and 2 samples of paper packed milk.

Table 5. Frequency of occurrence of psychrotrophic organisms in bottled and paper packed market milks.

container types genus	frequency of occurrence		
	bottled milk	paper packed milk	Total
<i>Pseudomonas</i>	12	1	13
<i>Acinetobacter</i>	9	1	10
<i>Aeromonas</i>	9	2	11
<i>Flavobacterium</i>	7	0	7
Coliform bacteri	6	0	6
<i>Alcaligenes</i>	7	0	7
<i>Acinobacillus</i>	2	0	2
<i>Bacillus</i>	9	1	10
<i>Micrococcus</i>	6	0	6
<i>Lactococcus</i>	4	0	4
<i>Streptococcus</i>	1	0	1
Yeast	4	0	4
Total	76	5	81

As to bottled milk samples, the psychrotrophic organisms belonging to genus *Pseudomonas* was occurred with the highest frequency of 86 per cent. *Aeromonas*, *Acinetobacter* and *Bacillus* were occurred with considerably high frequency of 64.3 per cent respectively.

Though a small number of psychrotrophic organisms were isolated from paper packed milks, the frequency of occurrence of psychrotrophic organisms showed a similar tendency to that of bottled milk samples. Various methods of pasteurization scarcely effected on the frequency of occurrence of the organisms.

3-5 Growth responses of psychrotrophic organisms isolated from market milks at different incubation temperatures.

Growth responses at different incubation temperatures were examined of the psychrotrophic organisms (661 strains) isolated from market milks. (Table 6.) With the incubation at 20°C for 4 days, all of the isolates showed the growth, while with the incubation at 0°C for 7 days, 346 strains (52.3%) showed no growth.

Table 6. Growth responses of psychrotrophic organisms isolated from market milks a different incubation temperatures.

genus	No. of strains examined	incubation condition					
		0 °C		5 °C		20 °C	35 °C
		7 days	14 days	7 days	10 days	4 days	2 days
<i>Pseudomonas</i>	309	185 (59.9)	260 (84.1)	269 (87.1)	289 (93.5)	309 (100)	293 (94.8)
<i>Acinetobacter</i>	62	18 (29)	40 (64.5)	42 (67.7)	51 (82.3)	62 (100)	60 (96.8)
<i>Aeromonas</i>	44	12 (27.3)	36 (81.8)	38 (86.4)	42 (95.5)	44 (100)	42 (95.5)
<i>Flavobacterium</i>	36	19 (52.8)	30 (83.3)	32 (88.9)	33 (91.7)	36 (100)	35 (97.2)
Coliform bacteria	26	7 (26.9)	17 (65.4)	21 (80.8)	25 (96.2)	26 (100)	26 (100)
<i>Alcaligenes</i>	20	2 (10)	12 (60)	17 (85)	19 (95)	20 (100)	19 (95)
<i>Acinobacillus</i>	6	4 (66.7)	5 (83.3)	5 (83.3)	5 (83.3)	6 (100)	5 (83.3)
<i>Bacillus</i>	47	24 (51.1)	36 (76.6)	43 (91.5)	44 (93.6)	47 (100)	45 (95.7)
<i>Micrococcus</i>	37	16 (43.2)	31 (83.8)	32 (86.5)	37 (100)	37 (100)	36 (97.3)
<i>Lactobacillus</i>	7	0	3 (42.9)	5 (71.4)	6 (85.7)	7 (100)	6 (85.7)
<i>Streptococcus</i>	1	0	0	0	0	1 (100)	1 (100)
Unclassified							
Gram (-) rods	50	16 (32)	37 (74)	45 (90)	47 (94)	50 (100)	46 (92)
Gram (+) rods	4	0	0	3 (75)	4 (100)	4 (100)	4 (100)
Yeast	12	12 (100)	12 (100)	12 (100)	12 (100)	12 (100)	11 (91.7)
Total	661	315 (47.7)	519 (78.5)	564 (85.3)	614 (92.9)	661 (100)	629 (95.2)

The organisms which were not able to proliferate at 0°C for 7 days, were taxonomically identified as *Lactobacillus*, unclassified Gram-positive rods and *Streptococcus*. The organisms belonging to *Alcaligenes*, *Aeromonas* and *Coliform bacteri* showed also a tendency not to grow at 0°C for 7 days, but most of those isolates showed the growth even at 0°C by elongation of the incubation time from 7 days to 14 days. Most of isolates showing the growth at 0°C for 7 days were identified to be Gram-negative bacteria such as *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinacillus*, etc. With the incubation at 35°C for 2 days, the majority of isolates showed the growth, but 32 strains (4.8%) showed no growth.

4. Discussion

Results as mentioned above indicate that

paper packed milks collected directly from 18 dairy plants are in excellent sanitary condition as compared to bottled milks. i. e. the most samples of paper packed milk yielded no colony on agar-plates with the conditions at 7°C for 10 days and 35°C for 2 days, whereas 48 per cent of bottled milk samples showed the order of $10^0-10^5/ml$ of colonies with the incubation at 35°C for 2 days and 67 per cent of those samples showed $10^0-10^3/ml$ on psychrotrophic counts.

Therefore, paper containers are accepted as satisfactory containers to protect milk against contamination. To compare the processes of pasteurization by examining viable and psychrotrophic counts, U. H. T. method is markedly superior to H. T. S. T. and H. methods.

With the incubation at 35°C for 2 days, out of 40 samples of market milk, 11 samples

(bottled milk; 10 samples, paper packed milk; 1 sample) were found to be contaminated. Furthermore, with the incubation at 7°C for 10 days, 16 samples (bottled milk; 14 samples, paper packed milk; 2 samples) were found to be contaminated. This result suggests that the psychrotrophic counts gains advantage over the viable counts to test actual state of contamination of market milk.

The majority of organisms isolated from market milks as psychrotrophic organisms were belonged to the genus *Pseudomonas* is well consistent with studies previously reported.^{1, 2, 14, 25, 26}) From bottled milk samples pasteurized by H. T. S. T. and H. methods, 26 strains of *Coliform bacteria* were isolated, which suggested that these pasteurization processes were unsatisfactory or the hygienic control of the dairy plant was not adequate to protect milk against contamination. Although the dominant species of psychrotrophic bacteria is belonging to the genus *Pseudomonas*, the organisms belonging to the genera *Acinetobacter*, *Aeromonas* and *Bacillus* are usually detected with high frequency of occurrence.

Especially in bottled milks, various types of bacteria with different taxonomical characteristics belonging to both Gram-negative and Gram-positive bacteria were isolated, indicating that the psychrotrophic microflora in bottled milk is more complicated than that in paper packed milk.

References

- 1) Ogawa, M.: Bulletin of the Faculty of Agriculture Tokyo University of Agriculture and Technology, No 11, 1 (1968)
- 2) Hamamoto, M., Kanauchi, T.: J. Food Hyg. Soc. Japan, 7, 20, 409 (1966)
- 3) Higoshi, H., Hamado, S.: *ibid.*, 17, 27, 34 (1976)
- 4) Yano, N., Morichi, T., Kembo, H.: Reprinted from Bulletin of National Institute of Animal Industry, 28, 41 (1974)
- 5) Yano, N., Morichi, T.: *ibid.*, 28, 47 (1974)
- 6) Aihara, K., Yano, N.: "Shokuhin-eisei-no-biseibutsu", p. 138 (1970) Asakura-shoten, Tokyo
- 7) Ogawa, M., Satou, H., Sugawara, M., Takahashi, T., Takemura, K., Hisai, S., Nakano, T.: J.J.P.H., 15, 145 (1968)
- 8) Kikuchi, M., Matsui, Y.: Japanese Journal of Dairy and Food Science, 25, A-125, A-199 (1976)
- 9) Ogawa, M., Takahashi, H., Tanaka, H., Sato, H., Kinoshita, O., Kondo, M., Takemura, K., Hisai, S., Nakano, T.: *ibid.*, 16, A-168, A-177 (1967)
- 10) Yano, N.: *ibid.*, 16, A-127 (1967)
- 11) Ogawa, M.: Japan Food Sci., 5(1)-(5), 64 (1966)
- 12) Ogawa, M., Kinoshita, O., Kitahara, Y., Takahashi, T., Takemura, K., Hisai, S., Nakano, T.: J.J.P.H., 15, 483 (1968)
- 13) Hamamoto, M., Kanauchi, T.: J. Food Hyg. Soc. Japan, 12, 203 (1971)
- 14) Hamamoto, M., Kanauchi, T.: *ibid.*, 10, 414 (1969)
- 15) Nakanishi, T., Yamaji, A., Sugawara, H., Itou, T.: Japanese Journal of Dairy and Food Science, 16, A-162 (1967)
- 16) Tsiba, J.: Japan Food Sci., 10, 34 (1971)
- 17) Hamado, J.: *ibid.*, 10, 40 (1971)
- 18) Ministry of Health and Welfare: "Chichi-oyobi-nyuseihin-no-seibunkikaku-tou-ni-kansuru-shourei", (1951)
- 19) Am. Pub. Hlth. Ass.: Standard Methods for the Examination of Dairy Products, 13th ed., (1972) Am. Pub. Hlth. Ass., New York.
- 20) Buchanan, R. E., Gibbons, N. E.: Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 8th ed., (1974) Williams & Wilkins, Baltimore
- 21) Cowan, S. T.: Cowan & Steel Manual for the Identification of Medical Bacteria, 2th ed., (1974) Cambridge University Press,

London.

- 22) Mita, S. : *Modan Media*, **20**, 273 (1974)
- 23) Yano, N. : *ibid.*, **14**, 532 (1968)
- 24) Society of American Bacteriologists:
Manual of Microbiological Methods (1957)

McGraw-Hill, New York

- 25) Mikawa, K. : *Japanese Journal of Dairy and Food Science*, **26**, A- 153 (1977)
- 26) Yano, N. : *J. Food Hyg. Soc. Japan*, **5**,
103 (1964)

血液中16元素の測定と疫学的評価

石崎 睦雄・上野 清一・小山田則孝
久保田かほる・勝村 馨・藤崎 米蔵

Measurement and Epidemiologic Assessment of Sixteen Elements in Blood

Mutsuo ISHIZAKI, Seiichi UENO, Noritaka OYAMADA, Kaoru KUBOTA, Kaoru KATSUMURA and Yonezo FUJISAKI
Ibaraki prefectural Institute of Health, 4-1, Atago-cho, Mito, Ibaraki, Japan

1. 緒言

有害元素類による環境汚染地域の住民や産業職場の作業員などを対象に、有害元素の暴露評価を行なう方法として、血液中の金属量の測定がなされている。この際、可能な限り多種類の元素を一挙に、しかも多人数について測定することが望まれている。しかしながら、血液中のいくつかの元素（例えば、As, Co, Sb, V等）については、これまで、高感度かつ高精度な測定法が確立されていなかったために、その測定には多量の血液を用いても測定不能となった例もある¹⁾。それ故に、採血量に制限のつきまとう条件下で、同一血液中の多元素を同時に測定することは、極めて困難なこととされてきた。このためこれまで報告されている測定例も比較的測定の容易な数元素（例えば、Cd, Pb, 等）に限られ、測定元素の多いものでも、せいぜい5~6種類にとどまっていた。そこで、限られた血液量で10元素以上の多元素を同時にしかも精度良く測定できる分析法の出現が望まれていた。

一方、近年、生体試料中の微量元素の測定に炭素炉原子吸光法が汎用されるようになってきたが、この方法は高感度ではあるが、血液試料のような来雑物を多く含む試料中の微量元素を測定する場合には、共存物質による妨害がつきまとい、測定値に大きな護差が生じるため、血液中の微量元素をそのまま直接測定することは不可能な例が多い。そのため、目的元素に合わせた適切なる前処理法を見い出さねば、信頼に足る値が得られない欠点を有している。そこで、著者らは、生体試料中の微量元素の中で、少量の試料から正確なる測定値を得ることが困難とされていたいくつかの元素について、この数年来、炭素炉原子吸光法を利用した測定法を検討し、生体試料中のヒ素^{2,3)}、コバルト^{4,5)}、

クロム⁶⁾、マンガン⁷⁾、アンチモン⁸⁾、セレン^{9,10)}及びバナジウム^{11,12)}の一般性に優れた、精度の良い分析法を確立し、報告してきた。

そこで、本報では、これらの方法や、他元素については既に広く利用されている方法を用いて、正常人の血液中16元素（As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, V, Zn）を一挙に測定し、この結果をもとに、有害元素による健康影響評価を行なうための指標値作りを試みた。合せて、各元素の分布状態、各元素間の相互関係、性差、地域差及び血液型による差などの有無についても検討を行なったので報告する。

2. 実験方法

2・1 試料

茨城県下のほぼ全域にわたる18~50才までの正常なる男子64名、女子44名計108名の血液を用いた。

2・2 装置及び試薬

原子吸光光度計：日立508型を使用した。

炭素炉原子吸光光度計：日立170-50型原子吸光光度計に日立HFA型及びGA-2型フレームレスアトマイザーを装備したものをを使用した。

ゼーマン水銀分析計：日立501型、これに水分析付属装置を装備したものをを使用した。

アンバーライトLA-1：ロームアンドリース製
N-シンナモイル-N-(2,3-キシリル)ヒドロキシルアミン：バナジウムの選択的な抽出試薬として、著者らが新たに開発合成したもの¹¹⁾（現在、和光純薬から市販されている。）

トリ-n-オクチルアミン：和光純薬製

その他の試薬は全て市販の特級品を使用し、水は蒸留水をイオン交換樹脂に通して精製したものを使用した。

2・3 分析方法

2・3・1 ヒ素^{2,3)}：血液2～3 mlを磁性ルツボに採り、50%硝酸マグネシウム溶液2 mlを加え、60℃で12時間乾燥後、550℃で6時間灰化する。灰化物を10N塩酸10 mlに溶解し、分液ロートに移す。次いで、40%ヨウ化カリウム溶液1 mlを加え、3分放置後、クロロホルム5 mlずつで2回ヒ素を抽出する。抽出液を20 mlの栓付試験管に移し、これに0.26%硝酸マグネシウム溶液1 mlを加え、ヒ素を逆抽出する。逆抽出液20 μlを炭素炉(HFA型)原子吸出法に供し、ヒ素量を求めた。

2・3・2 カルシウム¹³⁾、クロム⁶⁾、鉄¹³⁾、マグネシウム¹³⁾及び亜鉛¹³⁾：血液2 mlを採り、硝酸一過酸化水素で湿式灰化し、灰化液を水でうすめ正確に20 mlとする。カルシウム、鉄、マグネシウム及び亜鉛は、この液をそのまま有炎原子吸光分析に供し、クロムは、その20 μlを炭素炉(HFA型)原子吸光法に供し、各元素の濃度を求めた。

2・3・3 カドミウム¹⁴⁾及び鉛¹⁴⁾：血液1 mlに水を加えて20 mlにする。よく混和後、この液10 μlを炭素炉(GA-2型)原子吸光分析に供した。

2・3・4 コバルト^{4,5)}：血液5 mlを磁性ルツボに採り、60℃で12時間乾燥後、550℃で12時間灰化する。灰化物を10N塩酸10 mlに溶解し、分液ロートに移す。次いで、5%トリ-n-オクチルアミン・四塩化炭素溶液5 mlずつで2回コバルトを抽出する。抽出液を20 mlの栓付試験管に移し、水1 mlを加え、コバルトを逆抽出する。この逆抽出液20 μlを炭素炉(HFA型)原子吸光分析に供し、コバルト量を求めた。

2・3・5 銅¹⁴⁾、マンガ⁷⁾及びニッケル¹⁴⁾：血液2 mlを磁性ルツボに採り、上記コバルトの項と同様に血液を灰化した後、灰化物を5%硝酸5 mlに溶解させる。溶解液をよく混和し、その10 μlを炭素炉(GA-2型)原子吸光分析に供し、各元素の量を求めた。

2・3・6 水銀：血液1 mlを木綿糸でつるした70 mgの脱脂綿にしみ込ませ、48時間風乾後、酸素フラスコ燃焼操作¹⁵⁾、ラスコ内の水銀を0.5%過酸化水素の0.1N硫酸溶液20 mlに吸収させる。この液10 mlを採り、水分析付属装置を装備したゼーマン水銀分析計で水銀量を求めた。

2・3・7 アンチモン⁸⁾：2・3・1項のヒ素と同様に血液を灰化した後、灰化物を6N塩酸10 mlに溶解し、分液ロートに移す。次いで、40%ヨウ化カリウム溶液1 mlを加え3分間放置後、5%アンバーライトLA-1・キシレン溶液5 mlずつで2回アンチモンを抽出する。有機相を綿栓口過後、30 mlの栓付試験管に移し、クロロホルム10 mlを加えた後、0.1M酒石酸溶液2 mlを加え、アンチモンを逆抽出する。逆抽出液40 μlを炭素炉(HFA型)原子吸光分析に供し、アンチモン量を求めた。

2・3・8 セレン^{9,10)}：血液1 mlを木綿糸でつるした脱脂綿にしみ込ませ、60℃で12時間乾燥後、酸素フラスコ燃焼操作を行ない灰化する。フラスコ内を0.01N塩酸20 mlで洗い、セレンを吸収させる。次いで、吸収液を太さ1 cm、長さ10 cmの陽イオン交換樹脂カラム(アンバーライトIR-120, H型)内を流過させ(流速、10 ml/min)カラム溶離液を初めの溶離液に合し、分液ロートに移す。20%塩酸ヒドロキシルアミン溶液2 ml、12N塩酸10 mlをそれぞれ加えた後、0.01%ジチゾン・四塩化炭素溶液1 mlでセレンを抽出する。抽出液20 μlをマイクロシリンジで炭素管内に注入し、100℃、20秒間炭素炉(HFA型)を加熱し四塩化炭素を蒸散させる。次いで、炭素炉内のセレンジチゾナート上に0.2%ニッケル溶液50 μlを添加し、乾燥、灰化、原子化操作を行ない、セレン量を求めた。

2・3・9 バナジウム^{11,12)}：血液10 mlを分解フラスコに採り、硝酸一過塩素酸で湿式灰化する。灰化液を水で約30 mlに調整し、分液ロートに移す。次いで、0.3%過マンガン酸カリウム溶液をピンクの色が5分間持続するまで加え、0.1%N-シナモイル-N-(2,3-キシリン)ヒドロキシルアミン・四塩化炭素溶液1 ml及び12N塩酸30 mlを加えた後、直ちに振とうし、バナジウムを有機相に抽出する。抽出液20 μlを炭素炉(GA-2型)原子吸光分析に供した。

なお、上記16元素の測定条件をTable1に示した。

3・1 ヒ素

ヒ素の血中常在量については、490 ppb¹⁶⁾や56 ppb¹⁷⁾という報告値と、中性子放射化分析による値4 ppb¹⁸⁾など測定者によってその値が大きく変動している。これは、今まで生体試料、特に血液中のヒ素の分析法として、高感度かつ高精度で、しかも一般性の高い方法が確立されていなかったことが大きな要因になっていると考えられる。先に著者らは、本報

Table 1 Operating condition for the determination of each element

Element	As	Ca	Cd	Co	Cr
Equipment*	A + D	B	A + E	A + D	A + D
Lamp current (mA)	10	7.5	8	10	7.5
Wavelength (nm)	197.2	422.8	228.8	240.7	357.9
Purge gas, Argon (l/min)	0.7	—	2.0	0.7	0.7
Fuel gas					
Acetylene (l/min)	—	3	—	—	—
Air (l/min)	—	13	—	—	—
Drying	100°C 10sec	—	Ramp mode 0~30A (1.0A/sec)	100°C 30sec	100°C 30sec
Ashing	900°C 30sec	—	50A 30sec	900°C 30sec	900°C 30sec
Atomizing	2500°C 8sec	—	280A 10sec	2500°C 10sec	2500°C 10sec
Carbon tube**	F	—	G	F	F

Element	Cu	Fe	Hg	Mg	Mn	Ni
Equipment**	A + E	B	C	B	A + D	A + E
Lamp current (mA)	10	10	—	7.5	10	10
Wavelength (nm)	324.7	248.3	—	285.2	279.7	232.0
Purge gas, Argon (l/min)	2.0	—	—	—	0.7	2.0
Fuel gas						
Acetylene (l/min)	—	3	—	3	—	—
Air (l/min)	—	13	—	13	—	—
Drying	30A 20sec	—	—	—	100°C 30sec	30A 30sec
Ashing	130A 30sec	—	—	—	500°C 30sec	140A 30sec
Atomizing	280A 10sec	—	—	—	2500°C 10sec	280A 10sec
Carbon tube**	F	—	—	—	F	F

Element	Pb	Sb	Se	V	Zn
Equipment**	A + E	A + D	A + D	A + E	B
Lamp current (mA)	10	10	8	10	10
Wavelength (nm)	217.0	231.3	196.0	318.4	213.8
Purge gas, Argon (l/min)	2.0	0.7	0.8	2.5	—
Fuel gas					
Acetylene (l/min)	—	—	—	—	3
Air (l/min)	—	—	—	—	13
Drying	Ramp mode 0~30A (1.0A/sec)	100°C 30sec	100°C 30sec	Ramp mode 0~30A (1.0A/sec)	—
Ashing	50A 35sec	900°C 30sec	600°C 60sec	150A 20sec	—
Atomizing	280A 10sec	2500°C 8sec	2400°C 10sec	300A 10sec	—
Carbon tube**	G	F	F	H	—

A : Hitachi 170-50 atomic absorption spectrometer

B : Hitachi 508 atomic absorption spectrometer

C : Hitachi 501 Zeeman mercury analyzer

D : Hitachi HFA flameless atomizer

E : Hitachi GA-2 flameless atomizer

** { F : Tube type
G : Cup type
H : Pyrolytic-graphite-coated tube

3. 実験結果及び考察

各元素の測定値をTable 2に示したが、以下に各元素ごとにその測定結果について述べる。

Table 2. Analytical results of each element in human blood

Element	Sex	No.	Average	± s.d.	Range	Means	Element	Sex	No.	Average	± s.d.	Range	Means
As*	M	64	2.8	± 1.3	0.8-6.3	2.7	Mg**	M	64	47	± 7	30-55	46
	F	44	2.6	± 1.2	1.1-5.7			F	44	45	± 6	34-60	
Ca**	M	64	46	± 7	30-58	46	Mn*	M	64	22	± 11	4-45	22
	F	44	48	± 5	38-57			F	44	21	± 11	4-43	
Cd*	M	64	5.5	± 2.0	1.4-11.4	5.6	Ni*	M	64	37	± 28	13-154	35
	F	44	5.8	± 2.0	1.7-11.4			F	44	33	± 23	13-112	
Co*	M	64	0.8	± 0.5	0.1-2.7	0.7	Pb*	M	64	64	± 44	21-228	61
	F	44	0.7	± 0.4	0.1-1.5			F	44	56	± 26	13-120	
Cr*	M	64	22	± 12	7-48	24	Se**	M	64	0.13	± 0.05	0.03-0.22	0.12
	F	44	26	± 14	6-70			F	44	0.11	± 0.03	0.06-0.18	
Cu**	M	64	0.78	± 0.27	0.32-1.45	0.77	Sb*	M	64	0.4	± 0.2	0.1-1.0	0.4
	F	44	0.76	± 0.25	0.41-3.35			F	44	0.4	± 0.2	0.1-0.9	
Fe**	M	64	509	± 46	422-609	480	V*	M	64	0.7	± 0.3	0.1-1.5	0.7
	F	44	440	± 53	381-533			F	44	0.7	± 0.4	0.1-1.8	
Hg*	M	64	11.1	± 3.6	4.2-20.0	11.0	Zn**	M	64	6.5	± 1.8	3.4-11.4	6.4
	F	44	11.0	± 4.4	4.7-23.2			F	44	6.2	± 1.5	4.2-9.3	

*: ng/ml, **: ug/ml. M: Male F: Female.

で用いた分析法を確立した際に、38例のヒ素濃度を測定したが、その測定値は、平均3.8ppb³⁾と、Bruneらが放射化分析法で測定した値4ppb¹⁸⁾とほぼ同一値であった。今回の108例の測定結果は、平均2.72 ± 1.25ppb(幾可平均, 2.54ppb)と前回の測定値とほぼ同様の値を示した。又、これらの測定値の累積度数分布図をFig. 1に示したが、血中のヒ素分布のパターンは一峰性の対数正規分布を示すと考えられ、性差は認められなかった。

3・2 カルシウム

血中のカルシウムについては、63ppm¹⁹⁾や50ppm²⁰⁾という報告がある。著者らの測定値は、平均45.9 ± 8.4ppmを示し、上記の報告値とほぼ同一レベルであった。性差は認められず、測定値の分布状態(Fig. 2)は正規分布を示した。

3・3 カドミウム

Kubotaら²¹⁾は、243名のカドミウム濃度を測定し、その半数が5ppb以下であるとしている。又、原田²²⁾は、平均4.5ppb、和田²³⁾は8.5ppb、高木ら²⁴⁾は平均7.4ppbの値を報告している。一方、三島²⁵⁾は17~50ppb、Sumino¹⁷⁾は170ppbと他の報告

値より高い値を報告している。昭和54年度に、全国地方衛生研究所協議会(以下、地研協と略す)は、全国約1000名の血液中の数種類の元素の測定を行なっている²⁶⁾が、その結果、我国のヒト血中のカドミウム濃度は3ppb前後であると報告している。今回の著者らの測定結果も平均5.7 ± 1.5ppb(幾可平均, 5.6 ± 1.9ppb)の値が得られ、性差は認められず、濃度分布パターン(Fig. 3)は近代的に対数正規分布を示した。

3・4 コバルト

血液中のコバルト濃度については、測定例も少なく比色法では、100mlの血液を用いても測定不可能との報告¹⁾もあり、発光分光分析法で測定した値のように0.23ppm¹⁹⁾を示しているものや、Bowen¹⁶⁾が放射化分析法で測定した値0.3ppbまで、その濃度は測定法により大きな違いがある。先に著者らが、炭素炉原子吸光法による測定法が確立し、報告した際の18例の血中コバルト濃度は0.2~1.4ppbの範囲⁵⁾で平均0.8ppb(幾可平均, 0.7ppb)と、Bowenが述べている値0.3ppb¹⁶⁾と同一レベルであったが、今回の測定値も、平均0.7 ± 0.4ppbと前の報告値と

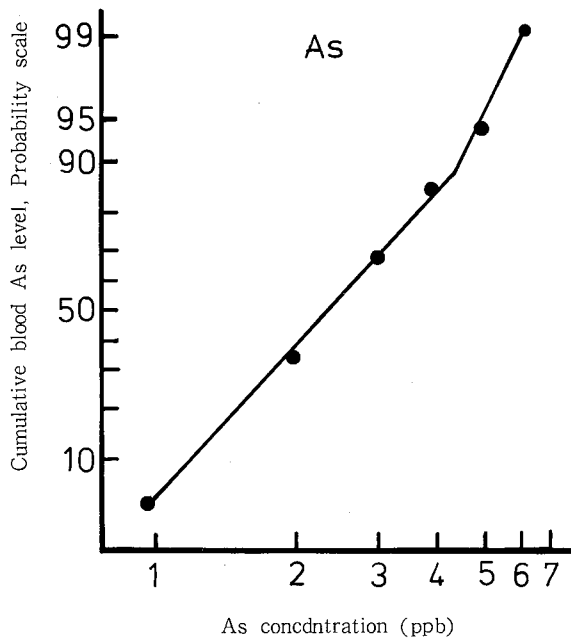


Fig. 1. Cumulative arsenic frequency

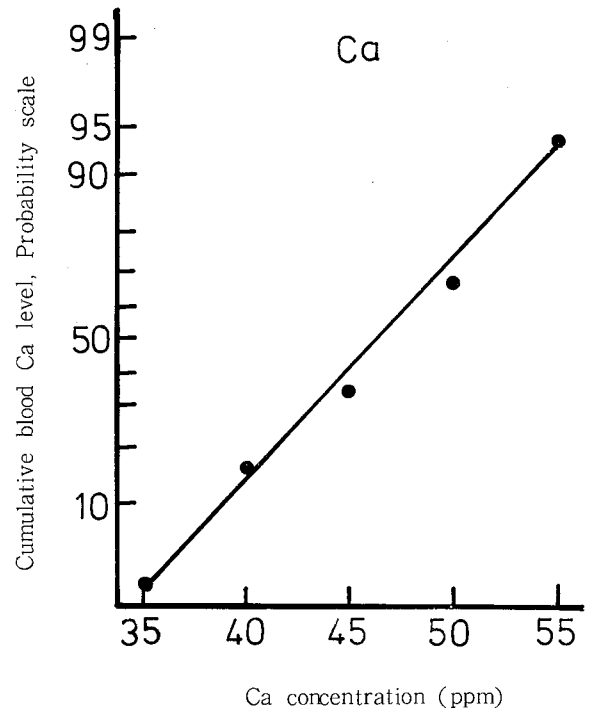


Fig. 2. Cumulative calcium frequency

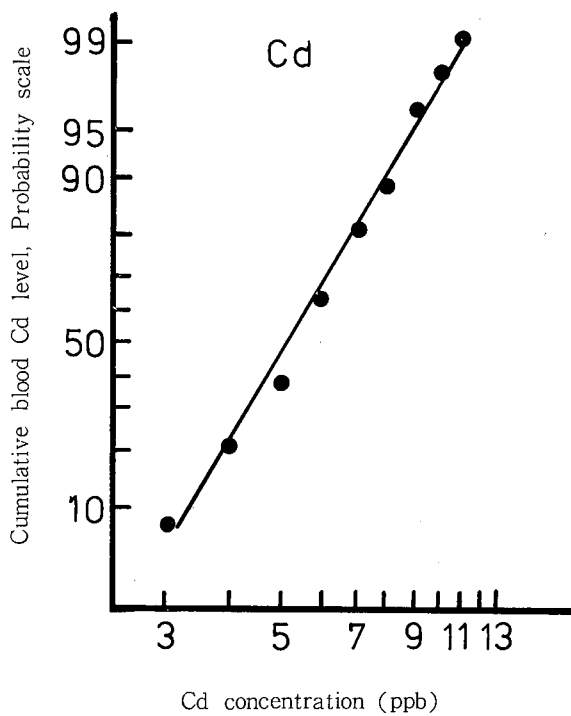


Fig. 3. Cumulative cadmium frequency

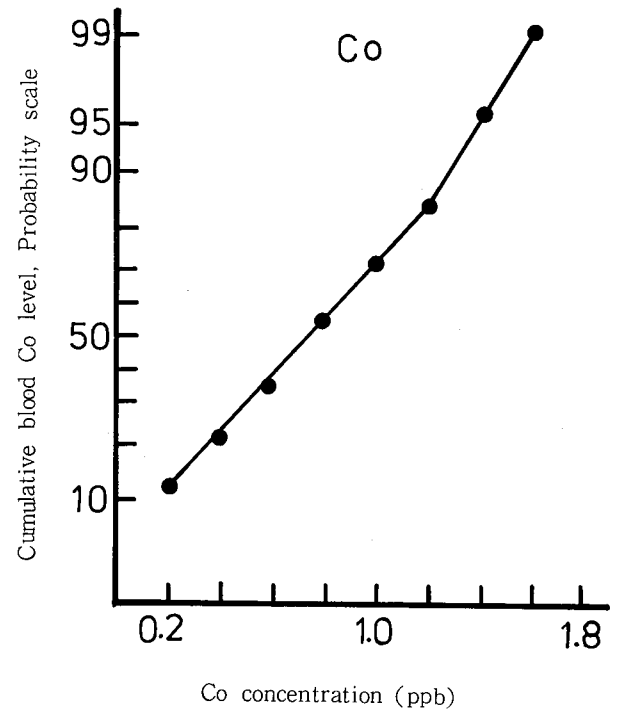


Fig. 4. Cumulative cobalt frequency

3・5 クロム

同様の濃度であった。その濃度分布 (Fig. 4) は正規型を示し、性差は認められなかった。

血中クロム濃度について、Suminoら¹⁷⁾は、4.5 ppb前後、Bowen¹⁶⁾は2.7 ppbと両者ともほぼ同一レベルの値を示している。著者らの測定結果も平均2.3.7 ppbを示し、濃度分布 (Fig. 5) はほぼ正規型で、性差は認められなかった。

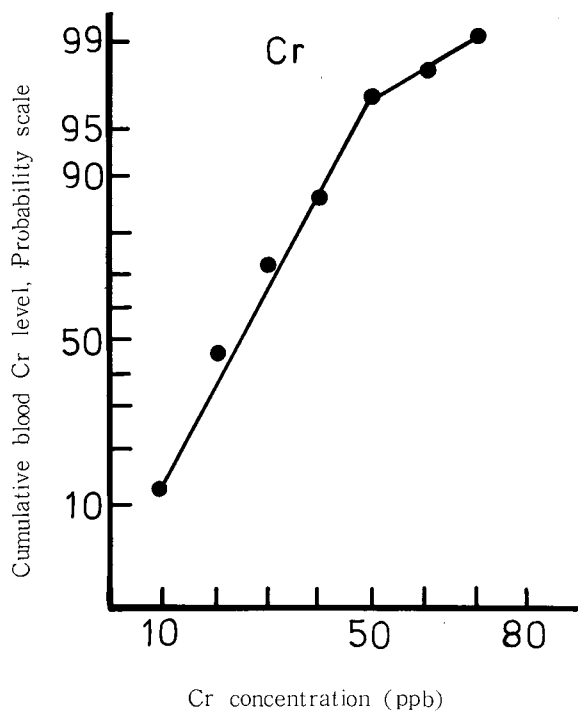


Fig. 5. Cumulative chromium frequency

3・6 銅

三島²⁵⁾, 星合²⁷⁾ は平均 1.5 ppm 前後の血中濃度を報告し, 高木ら²⁴⁾ は 0.8 ppm, Buttら¹⁹⁾ は 0.7 ppm, Kubotaら²¹⁾ は 0.9 ppm, Bruneら¹⁸⁾ は 1.0 ppm であるとし, 昭和 54 年度地研協の測定結果²⁶⁾ は, 男 0.8 ppm, 女 0.9 ppm であると報告している。著者らの測定値も平均 0.8 ppm を示し, 他の報告値と同様に 1 ppm 前後の値を示した。又, その濃度分布 (Fig. 6) は, ほぼ対数正規型を示し, 性差は認められなかった。

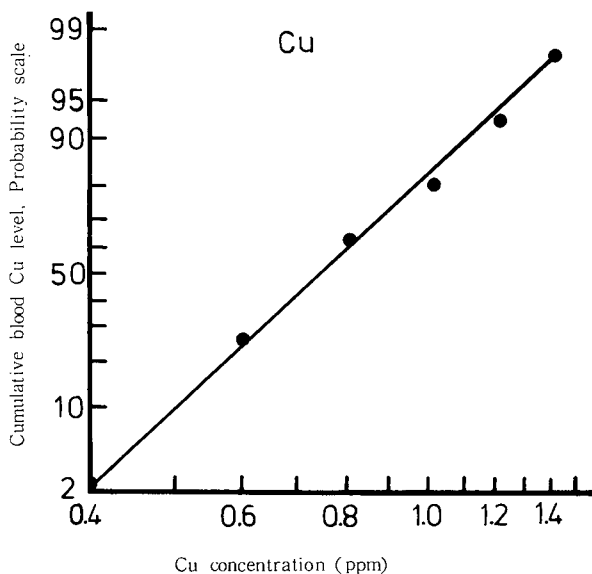


Fig. 6. Cumulative copper frequency

3・7 鉄

鉄の血中常在量については, 広く検討され, 400 ppm 前後^{18,19,26)}とされている。著者らの今回の結果は, 男が平均 510 ppm, 女が 440 ppm で, 1% 危険率で有意の性差が認められた。濃度分布 (Fig. 7) は正規型を示した。

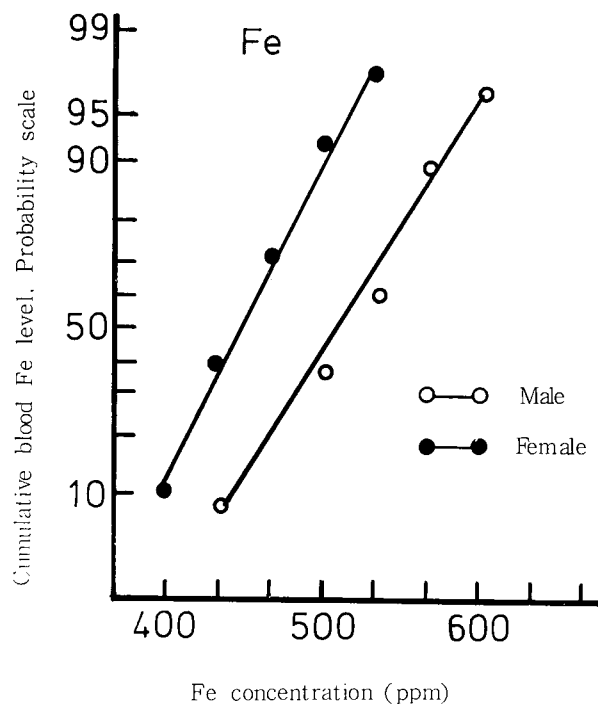


Fig. 7. Cumulative iron frequency

3・8 水銀

Suminoら¹⁷⁾ は 27 例の平均値として 5.9 ppb を, 三島²⁵⁾ は平均 1.9 ppb を報告し, 山口²⁸⁾ は約 800 名の血中水銀濃度を測定し, 76% の 624 名が 5 ppb 以下で, 95% にあたる 772 名が 30 ppb 以下の値であると報告している。著者らの測定結果は, 平均 1.1 ± 3.9 ppb であった。その濃度分布 (Fig. 8) は, 対数正規型を示したが, 性差は認められなかった。

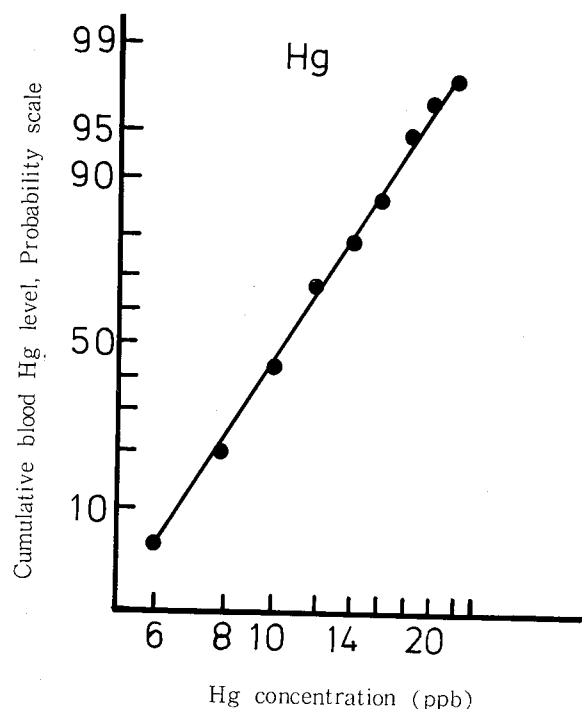


Fig. 8. Cumulative mercury frequency

3・9 マグネシウム

マグネシウムの血中常在量については、4.3ppm²⁰⁾という報告値や星合²⁷⁾の3.5ppm、三島²⁵⁾の4.0ppm前後などの報告がある。著者らの測定結果は平均4.6±8.8ppmを示し、濃度分布 (Fig. 9) は対数正規型であり、性差は認められなかった。

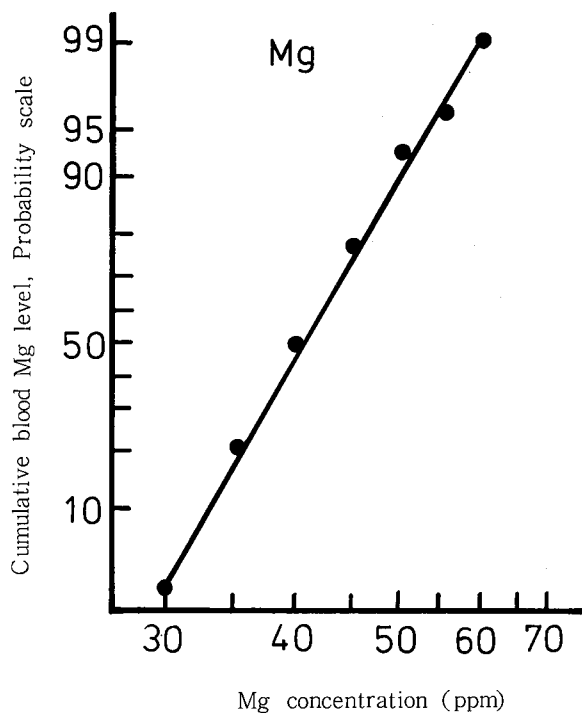


Fig. 9. Cumulative magnesium frequency

3・10 マンガン

マンガンの血中常在量については、これまで多くの報告があり、ほぼ同じ値の2.0ppb前後^{16,19,24,26,29)}を示している。著者らの測定結果も2.1.6±1.1.0ppbと他の報告例と同一レベルであった。濃度分布 (Fig. 10) は正規型を示し、性差は認められなかった。

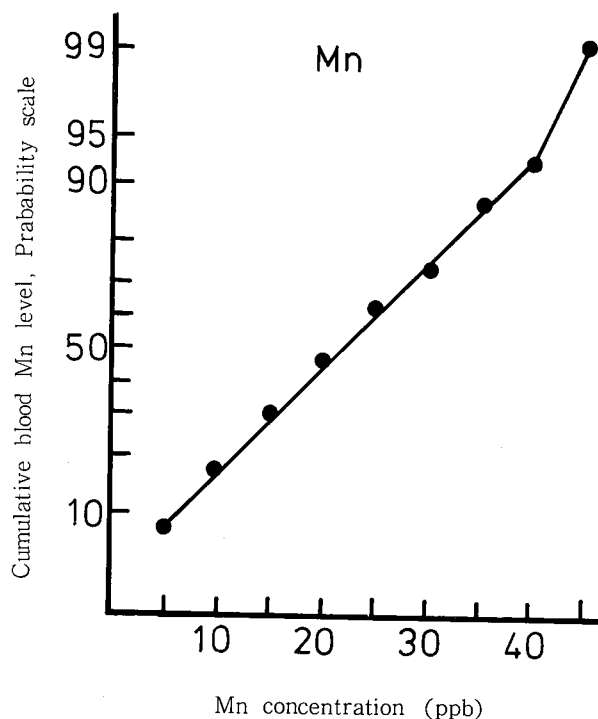


Fig. 10. Cumulative manganese frequency

3・11 ニッケル

ニッケルの常在量の測定例は少ないが、Buttら¹⁹⁾の3.20ppbから、Suminoら¹⁷⁾の6.9ppb、Bowen¹⁶⁾の放射化分析による値3.8ppbまで、その値はまちまちである。著者らの測定結果は平均3.4.9±2.5.9ppbで、Bowenの値¹⁶⁾と近似した値が得られたが、測定値の変動も大きく、その濃度分布は、特に規則性を有さないことが明らかとなった。

3・12 鉛

鉛の血中含有量については広範な調査が行なわれており、Buttら¹⁹⁾は0.1.7ppmを、Suminoら¹⁷⁾は0.2.9ppmを、Kubotaら²¹⁾は0.1.3ppmという値を報告している。一方、炭素炉原子吸光分析による測定値では、佐々木ら²⁹⁾は約600名の北海道住民について測定し、6.0~9.0ppbの範囲であると、地研協の報

告²⁶⁾でも平均60~70ppb前後であるとしている。著者らの測定結果は、平均60.1±3.9ppbで、濃度分布 (Fig. 11) は対数正規型を示し、性差は認められなかった。

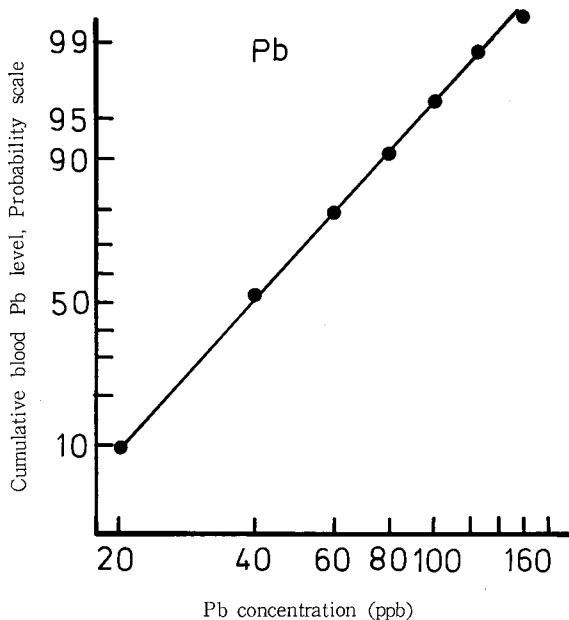


Fig. 11 Cumulative lead frequency

3・13 アンチモン

アンチモンの測定法はローダミンB比色法以外には特記すべき方法がなく、しかも、この方法は特異性を有さないために、血中のアンチモンを測定するには信頼性に欠けるなどのことから、その測定法は極めて少ないが、堀内³⁰⁾は2.4ppb, Suminoら¹⁹⁾は1.6ppb, Bowen¹⁶⁾は4.7ppbであると報告している。先に著者らは、生体試料中の微量アンチモンの測定法として、溶媒抽出-逆抽出-炭素炉元子吸光法による分析法を確立し、報告した⁸⁾が、その際、12名の血中濃度を測定し、平均0.7±0.4ppbであることを明らかにした。今回の測定結果では、平均0.4±0.21ppbで、濃度分布 (Fig. 12) は正規型を示し、性差は認められなかった。

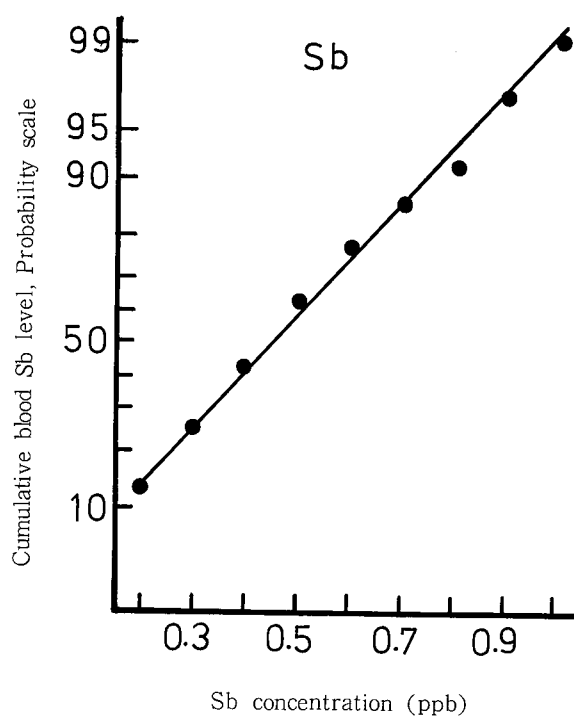


Fig. 12. Cumulative antimony frequency

3・14 セレン

Bruneら¹⁸⁾は放射化分析法で血中セレン濃度を、測定し、0.12ppmの値を測定し、Allawayら³¹⁾は210名の血中濃度を測定し、平均0.21ppmの値を報告している。著者らの今回の測定結果は、平均0.12

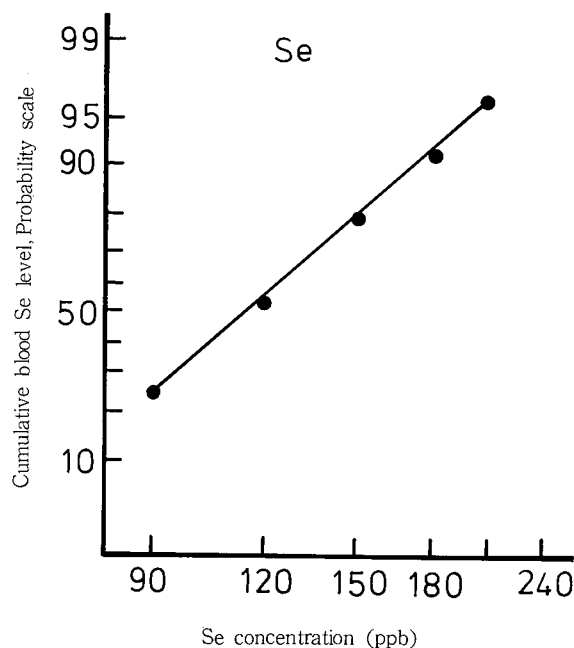


Fig. 13. Cumulative selenium frequency

±0.04 ppmと他の報告値と同様な値であった。濃度分布 (Fig.13) は対数正規型を示し、性差は認められなかった。

3・15 バナジウム

バナジウムの血中常在量については、ヒ素、コバルト、及びアンチモンなどと同様に、これまで報告されている値は、測定者間でまちまちであり、Allawayら³¹⁾やLifshits³²⁾のように測定対象者の大部分が10 ppb以下という報告や、Schroederら³³⁾のように230 ppbと前者の値と比して高濃度の測定値を報告しているものもある。又、放射化分析法による測定値もValbergら³⁴⁾の35.6 ppbや、最近Allenら³⁵⁾が示した0.77 ppbの値まで、その値は正確に把握されていないのが現状である。先に著者らは、微量バナジウムの選択的な抽出試薬として、N-シンナモイル-N-(2,3-キシリン)ヒドロキシルアミンを開発し、この試薬を用いて、生体試料中の微量バナジウムを炭素炉原子吸光法で測定する方法を確立し、報告した^{11,12)}その方法を用いての今回の測定結果は、平均 0.65 ± 0.36 ppb (幾可平均, 0.54 ppb) であり、Allenら³⁵⁾の値と近似した値が得られた。その濃度分布 (Fig.14) は二峰性の対数正規分布を示し、性差は認められなかった。

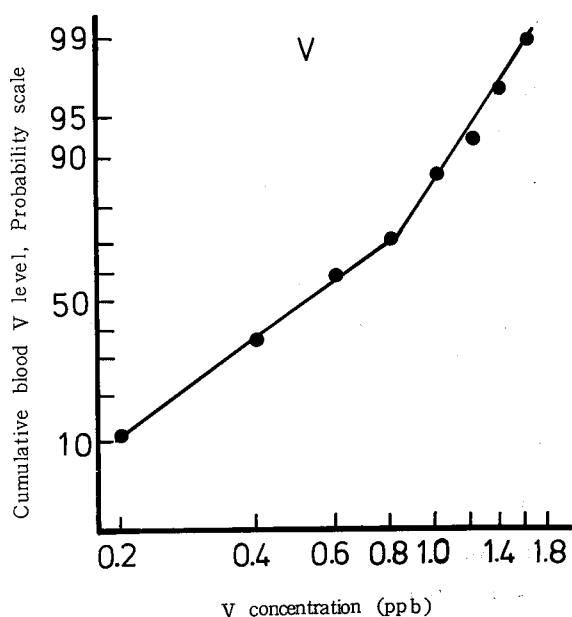


Fig 14. Cumulative vanadium frequency

3・16 亜鉛

Bruneら¹⁸⁾は5.7 ppmを、Buttら¹⁹⁾は4.7 ppmの血中濃度を報告し、地研協²⁶⁾が測定した値は平均6 ppmであり、亜鉛の血中常在量は5~6 ppm前後のようである。著者らの測定結果は、平均 6.4 ± 1.7 ppmを示し、これまでの報告例と同様な値であった。濃度分布 (Fig.15) は対数正規型を示し、性差は認められなかった。

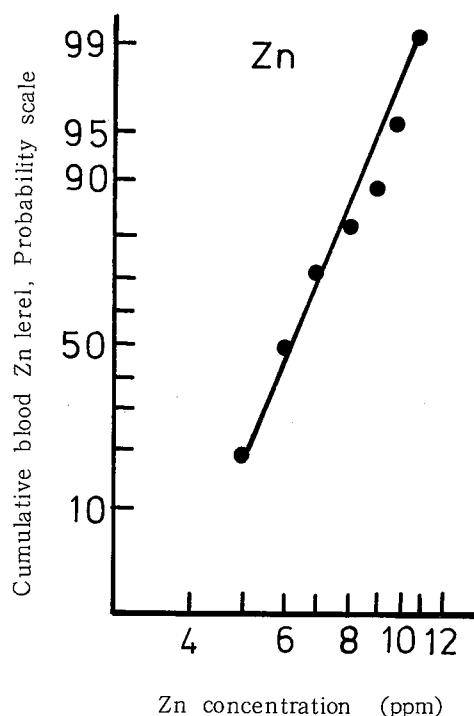


Fig 15. Cumulative zinc frequency

3・17 各元素間の相関

Table 3に全試料の測定値について、各元素間の相関関係を求めた結果を示したが、各元素間の有意な相関は認められなかった。(P < 0.05)

3・18 各元素の血液型による差

血液型による各元素の濃度の差の検定を行なったが、どの元素も血液型による有意の差 (P < 0.05) は認められなかった。

3・19 各元素の地域差

Fig.16に示したように茨城県を三地区に分け、地域差による各元素の濃度の差の検定を行なった。その結果、どの元素についても、地域差における元素濃度について、有意の差 (P < 0.05) は認められなかった。

4. 結 言

ヒト血液中微量元素の正確なる常在量を明らかにし、有害元素による健康影響評価を行なう際の指標値を作成する目的で、健康な成人男女108名の血液中16元素の測定を行ない、以下の知見を得た。

1) ヒ素、コバルト、アンチモン及びバジウム
の血中常在量は、これまで報告されていた値よりも低い濃度であることが明らかとなった。

2) 今回対象とした元素の血中濃度分布は、Ca、

Table 3. The correlation among sixteen elements.

	As	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg
As	1.00000	-0.03067	-0.08007	0.00931	-0.01410	-0.11760	0.05896	0.19822
Ca		1.00000	0.16882	0.33671	-0.05557	0.45305	0.27699	-0.16721
Cd			1.00000	0.01024	-0.10960	0.26690	-0.01381	-0.17160
Co				1.00000	-0.08159	0.18718	0.12324	-0.05674
Cr					1.00000	0.01736	-0.04084	-0.14165
Cu						1.00000	-0.23489	-0.27462
Fe							1.00000	-0.00949
Hg								1.00000
	Mg	Mn	Ni	Pb	Se	Sb	V	Zn
As	0.06666	0.06402	0.14521	0.01246	0.05773	-0.10499	-0.16361	-0.00160
Ca	0.15000	-0.14840	0.20631	0.25083	0.10043	0.04545	0.23485	0.11334
Cd	-0.29565	-0.05569	-0.05650	0.13791	-0.32694	-0.00140	0.16827	-0.11756
Co	-0.04720	0.17944	0.01603	0.03433	-0.11483	0.08482	0.21375	0.07026
Cr	-0.07865	-0.01713	-0.07466	-0.14619	-0.07260	-0.12663	0.08139	0.12971
Cu	-0.27711	0.14145	0.06602	0.06672	-0.13437	-0.00601	0.38260	0.16100
Fe	0.52593	-0.01725	0.22328	0.13992	0.22645	0.05326	-0.05745	0.19773
Hg	0.15066	0.14609	0.14144	0.04952	0.12766	0.16485	-0.10995	-0.03459
Mg	1.00000	0.01520	0.27181	0.04502	0.37783	0.14941	-0.39799	0.13743
Mn		1.00000	0.18040	-0.02285	-0.01713	-0.16798	-0.15325	-0.05218
Ni			1.00000	0.12863	0.10734	0.14614	-0.07107	0.11227
Pb				1.00000	0.11369	0.05773	-0.00773	0.01314
Se					1.00000	-0.06494	-0.06121	0.28219
Sb						1.00000	-0.12431	0.00379
V							1.00000	-0.00768
Zn								1.00000

Co, Cr, Fe, Mn 及びSb が正規分布, As, Cd, Cu, Hg, Mg, Pb, Se, V 及びZn が対数正規分布を示し、Ni はどちらの型も示さず、規則性をもたなかった。

3) 性差は鉄について認められ ($P < 0.01$), 男性が女性より有意に高い値を示した。他の元素については性差は認められなかった ($P < 0.05$)。

4) 血液型による各元素の濃度の差の検定を行なったが、いずれの元素についても有意の差 ($P < 0.05$) は認められなかった。

5) 地域差による各元素の濃度の差の検定を行なったが、いずれの元素についても有意差 ($P < 0.05$) は認められなかった。

6) 各元素間の相関関係を検討したが、いずれの元素間においても有意の相関は認められなかった ($P < 0.05$)

文 献

- 1) D. M. Hubbard, F. M. Creech, J. Cholak : *Arch. Environ. Health*, **13**, 190 (1966)
- 2) 石崎睦雄 : 分析化学, **26**, 667 (1977)
- 3) 石崎睦雄, 片岡不士雄 : 産業医学, **19**, 136 (1977)

- 4) 小山田則孝, 石崎睦雄: 分析化学, 28, 289 (1979)
- 5) 石崎睦雄, 小山田則孝, 藤木素士, 山口誠哉: 産業医学, 20, 174 (1978)
- 6) 石崎睦雄, 上野清一, 片岡不士雄, 小山田則孝, 村上りつ子, 久保田かほる, 勝村馨: 茨城県衛生研究所年報, 14, 77 (1975)
- 7) 石崎睦雄, 上野清一, 村上りつ子, 片岡不士雄, 小山田則孝, 久保田かほる, 勝村馨: 茨城県衛生研究所年報, 13, 61 (1975)

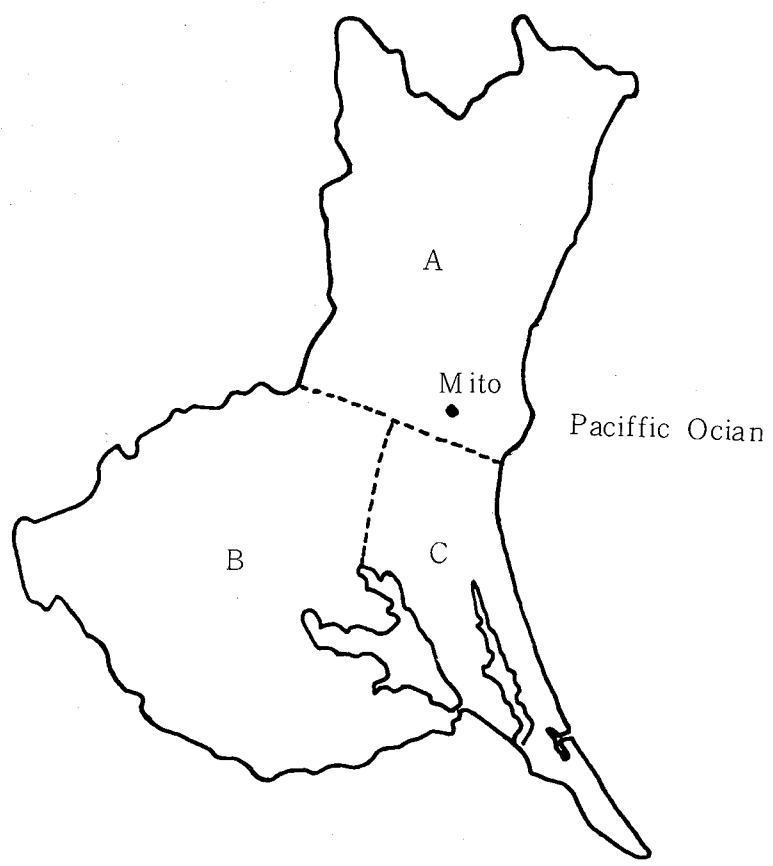


Fig. 16 Area division of pref. Ibaraki

There were no statistical differences in concentration of each element among three areas (A, B and C)

- 8) 石崎睦雄, 片岡不士雄, 村上りつ子, 藤木素士, 山口誠哉: 産業医学, 19, 510 (1977)
- 9) 石崎睦雄: 分析化学, 26, 206 (1977)
- 10) M. Ishizaki: *Talanta*, 25, 167 (1978)
- 11) 上野清一, 石崎睦雄 日本化学会誌, 1979, 217
- 12) M. Ishizaki, S. Ueno: *Talanta*, 26, 523 (1979)
- 13) W. Slavin 著, 下村滋, 保田和雄, 長谷川敬彦, 須見泰子共訳: "原子吸光分析—基礎と応用—", 廣川書店 (1971)
- 14) 保田和男, 広川吉之助: "高感度原子吸光・発光分析", 講談社 (1976)
- 15) 勝村馨, 石崎睦雄, 笹本明子, 笹本和博, 上野清一: 食品衛生学雑誌, 14, 137 (1973)
- 16) H. J.M. Bowen: "Trace elements in biochemistry", Academic press (1966)
- 17) K. Sumino, K. Hayakawa, T. Shibata, S. Kitamura: *Arch. Environ. Health*, 30, 487 (1975)

- 18) D. Brune, K. Samsahe, P.O. Wester :
Clin. Chim. Acta, **13**, 285 (1966)
- 19) E. M. Butt, R. E. Nusbaum, T. C Gilmore, S. L. Didio : *Arch. Environ. Health*,
8, 60 (1964)
- 20) 白須泰彦, 松岡理編 : “新しい毒性試験と安全性の評価”, ソフトサイエンス社 (1975)
P. 674
- 21) J. Kubota V. A. Lazer : *Arch. Environ. Health*, **16**, 788 (1968)
- 22) 原田章 : 労働の科学, **27**, 34 (1972)
- 23) 和田攻 : ぶんせき, **3**, 150 (1977)
- 24) 高木靖弘, 松田漸 : 日本衛生学雑誌, **32**,
366 (1977)
- 25) 三島昌夫 : 日本化学会誌, **1976**, 915
- 26) 地方衛生研究所全国協議社 : 血液中の重金属からみた地域住民の健康評価に関する研究
(1979)
- 27) 星合尚 : 日本公衆衛生雑誌, **24**, 447
(1977)
- 28) 山口誠哉 : 労働の科学, **21**, 36 (1966)
- 29) 佐々木胤則, 佐藤雄一郎, 安田秀子, 谷口直之,
齊藤和雄 : 日本衛生学雑誌, **34**, 157
(1979)
- 30) 堀内一弥 : 労働衛生工学, **8**, 1 (1967)
- 31) W. H. Allaway, J. Kubota : *Arch. Environ. Health*, **16**, 342 (1968)
- 32) V. M. Lifshits : *Vopr. Med. khim*, **9**,
610 (1963)
- 33) H. A. Schroeder, J. J. Balass, I. H. Tipton : *J. Chronic Diseases*, **16**, 1047
(1963)
- 34) L. S. Valberg, J. M. Holt : *Life Sci*, **3**,
1263 (1964)
- 35) R. O. Allen, E. Steinnes : *Anal. Chem*,
50, 1553 (1978)

農水産物中ヒ素濃度と茨城県人のヒ素摂取量

石 崎 睦 雄

Arsenic Content in Agricultural and Marine Foods and Its Average Daily Intake

Mutsuo ISHIZAKI

Ibaraki Prefectural Institute of Health, 4-1, Atago-cho,
Mito, Ibaraki, Japan

1. 緒 言

ヒ素は自然界に広く分布し、農薬、工業材料などにも使用されているが、その毒性が強いため、食品に混入したヒ素による急性中毒¹⁾や、慢性中毒²⁾による皮膚角化症や色素沈着などの例がある。このため、農薬による食品への高濃度の残留や、工業による環境汚染からの食品への移行などの恐れを考慮して、食品中のヒ素量については規制値が定められているものが多い³⁾。また、食品からのヒ素摂取量についてもFAO/WHOは、その規制値を $0.05 \text{ mg/Kg} \cdot \text{体重/day}$ 以下とする旨の提案をしている⁴⁾として、ヒトの一般的なヒ素摂取量は $1.5 \sim 2.0 \text{ mg/day}$ であるとしている。一方、SchroederとBalassaらの報告⁵⁾では、ヒ素摂取量は 0.4 mg/day 、中尾⁶⁾は、日本人のヒ素摂取量は $0.07 \sim 0.17 \text{ mg/day}$ (平均 0.137 mg/day)であると報告しており、それぞれの値はまちまちである。これは、種々の食品の生産地別によるヒ素含量の差も一因であろうが、むしろ、これら食品中のヒ素の正確なる測定法が確立されていないために、信頼するに足る測定値が得られず、これがため、各測定者間によって、その測定値に大きなバラツキが生ずることが原因と考えられる。

一方、著者は先に、動植物中ヒ素定量法として、溶媒抽出、逆抽出およびマグネシウムによるマトリックス効果を利用した炭素管アトマイザー無炎原子吸光法による微量ヒ素の分析法を確立し、報告した⁷⁾。そこで、この方法を用いて、日常食卓に供している農水産物中のヒ素含量を測定し、さらに、その分析値および昭和50年度厚生省国民栄養調査結果⁸⁾をもとに、茨城県人1人あたりのヒ素摂取量は 0.126 mg/day であることが判明した。このことは、中尾が日本人1人あたりのヒ素量として報告した値とほぼ同一の値であった。また、農業問題懇談会提唱の国民生活標準⁹⁾をも

ととして、茨城県人の10年後(1985年)のヒ素摂取量についても試算したが、約30%減の 0.089 mg/day になることが推定されたので報告する。

2. 実験方法

2・1 装置

原子吸光分析装置：日立308型、同時補正装置付き

炭素管アトマイザー：日立HFA型

ホローカソードランプ：日立ヒ素ランプ

バックグラウンド補正用ランプ：日立中空陰極型重水素ランプ

試料の注入は、エッペンドルフ社製のマイクロピペットを用いた。

2・2 試薬および測定試料

ヒ素標準液(1,000 ppm)：亜ヒ酸 1.333 g を水酸化ナトリウム溶液に溶解し、硫酸で微酸性とした後、水で全量を 1 l とした。用時、 0.025% マグネシウム液で適宜希釈して用いた。

0.025% マグネシウム液：硝酸マグネシウム $[\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 2.64 g を水 1 l に溶かして調製した。

酸は重金属分析用試薬を用いた。その他の試薬は市販特級試薬を用い、試薬中に不純分として含まれているヒ素は、空試験によって結果を補正した。実験に用いた水は、蒸留水をイオン交換樹脂に通じて精製した。

測定用試料は水戸市内の商店から市販品を購入したものをを用いた。穀物は粉碎器を用いて粉碎したものを測定試料とした。野菜類は水洗後、よく水切りをしたものをを用いた。果物類は水洗後、皮をむいたものをを用いた。

2・3 試料の前処理

均一化した試料 2 g を磁性ルツボに精ひょうし、 50

%硝酸マグネシウム溶液 2 ml を加え、よく混和および浸潤させた後、電気乾燥器を用いて 60°C、12 時間乾燥する。コンブなどのような均一化しにくい試料は、できるだけ細切したのち、磁性ルツボに精ひょう後、硝酸 1 ml を加え、ホットプレート上でおだやかに加熱し、試料を溶解させる。ついで、50%硝酸マグネシウム 2 ml を加え、内容物が乾燥するまでルツボをホットプレート上でおだやかに加熱する。これら硝酸マグネシウムとよく混和し乾燥した試料を、電気炉で 550°C、5 時間灰化する。冷後、10N 塩酸 10 ml でルツボを洗い、洗液を分液ロートに移す。

2・4 定量操作

上記ヒ素溶解液の入った分液ロートに 40% ヨウ化カリウム 0.5 ml を加え、3 分間放置し、5 価のヒ素を 3 価に還元後、クロロホルム 5 ml ずつで 2 回ヒ素を抽出する。ついで、クロロホルム層を合し、このヒ素抽出液からヒ素を 0.025% マグネシウム液 1~2 ml で逆抽出し、逆抽出液 20 μ l を炭素管アトマイザー中心部小穴に注入し、表 1 に示した条件で、乾燥、灰化、原子化を順次行い、ヒ素量を求めた。

表 1 測定条件

装置：日立 308 型原子吸光光度計（重水素ランプによるバックグラウンド同時補正装置付き）、日立 HFA 型グラファイトアトマイザー
光源：日立ヒ素ホローカソードランプ
ランプ電流：18 mA
波長：193.7 nm
ページガス：アンゴン、0.7 l/min
乾燥：100°C、30 sec
灰化：990°C、60 sec
原子化：2,500°C、10 sec

3. 結 果

3・1 各種農水産物中に含まれるヒ素含量

種々の農水産物について 1 品目 5 件ずつ 82 種、計 410 件のヒ素含量の測定結果を表 2 に示した。それぞれの値については考察の項で述べるが、野菜類の平均値は 8.5 ppb、果物 1.7 ppb、魚類約 1 ppm、および水産物製品は 0.27 ppm であった。

3・2 茨城県人のヒ素摂取状況

正確なヒ素摂取量を求めるには、摂取する食事の内容を正確に知る必要があるが、その内容は千差万別であるため、これを正しく把握することは極めて困難な

ことといえる。そこで厚生省による昭和 50 年度

(1975 年) 国民栄養調査結果⁸⁾ をもとにして、国民 1 人あたりの 1 日に摂取する食品量を求め、3・1 に記した各農水産物中のヒ素量から、ヒ素の総摂取量を求めた。表 3 にその結果を示した。これらは、生産地、品種、収穫時期等の差により、ヒ素の存在量が変動したり、調理時にヒ素の一部が流出もしくは、揮散する可能性も考えられるが、一応、これらについては考慮せずに算出した。

3・3 ヒ素摂取量の推移について

我国の将来における食生活は、漁業の国際的な規制による漁獲量の減少や、世界的な食糧需要の増大などにより、食物摂取の調整時代になると言われている。そこで農業問題懇談会が 1985 年をメドに提唱している国民生活標準資料を用いて試みに茨城県人の将来の食品からのヒ素の摂取量を算出した。その結果を表 4 に示したが、ヒ素摂取量は 0.09 mg/day に減少することが予測された。また、11 年前 (1964 年) のヒ素摂取量を同じく国民栄養調査結果²¹⁾ から試算してみると 0.12 mg/day (表 5) と 1975 年度の値 (0.13 mg/day) とほとんど同じ値であった。

4. 考 察

種々の農水産物中のヒ素含有量を測定し、茨城県人のヒ素摂取量を推定したが、各試料中のヒ素濃度のうち、主食である米については、中尾⁶⁾ は、その濃度を 0.03 ppm 前後であると報告している。一方 Schroeder ら⁵⁾ が測定した値は、アメリカ産米 0.13 ppm、マダガスカル産が 0.48 ppm であると報告している。また、Woidich ら¹⁰⁾ が測定した値は 0.003~0.433 ppm で、平均 0.194 ppm であると報告している。著者の測定値は 0.046~0.054 ppm、平均 0.052 ppm であり、中尾⁶⁾ の値より若干高値であるが、ほぼ類似の値を示した。これらの値から考えると我国において産出される米に含まれるヒ素の濃度は、外国産米と比べ低い傾向にあるように思える。小麦については、中尾⁶⁾ は小麦粉、約 9.5 ppb、食パン 6.1 ppb の値を報告している。Woidich ら¹⁰⁾ は小麦粉 8 ppb、食パン 1.1 ppb であるとし、田中ら¹²⁾ は、いずれも不検出 (10 ppb 以下) であるとしている。著者の測定値は、小麦 3.9 ppb、食パン 7.9 ppb と、Woidich ら¹⁰⁾ や田中ら¹¹⁾ とほぼ同数の値であった。野菜類のヒ素含量については、多数の測定例があるが^{5,6,11,15)}、我国内産の野菜については、中尾⁵⁾ は 5~

表2 種々の農水産物中のヒ素濃度

品名	ヒ素濃度 (ng/g, n=5) 変動		品名	ヒ素濃度 (ng/g, n=5) 変動	
穀類			魚類		
精米	51.6±3.2	46.2~54.4	サンマ	1,700±290	1,430~2,200
小麦	3.6±3.3	0.2~7.8	大正エビ	970±280	680~1,380
トウモロコシ	4.6±2.4	3.2~8.8	イカ	860±320	560~1,380
大豆	13.6±3.2	11.0~18.0	コハダ	350±300	130~850
味噌	12.3±3.8	7.6~18.0	イシモチ	970±460	600~1,700
豆腐	3.3±1.2	2.1~5.1	カサゴ	1,170±750	480~2,400
生揚げ	3.6±0.9	2.3~4.5	カレイ	1,160±690	420~2,200
インゲン豆	7.9±1.1	7.0~9.1	ヒラメ	900±260	610~1,210
パン			マグロ	890±70	790~1,000
イモ類			マグロ缶	970±40	910~1,040
ジャガイモ	0.2±0		サバ	680±270	360~950
サツマイモ	1.8±0.7	0.8~2.4	カツオ	770±650	310~1,940
野菜類			シシャモ	860±180	650~1,150
キュウリ	4.3±1.9	1.0~5.7	花ダイ	390±300	140~450
タマネギ	15.2±2.9	14.0~19.0	コイ	90±40	30~130
ネギ	4.2±1.7	1.6~6.0	アジ	2,690±530	2,080~3,150
大根	6.1±1.9	3.0~8.5	平均		968.1
大根葉	6.1±5.6	0~20.0	魚加工品		
カブ	1.9±1.4	0~3.5	サツマアゲ	62±10	50~80
カブ葉	67.0±27.0	30.0~97.0	チクワ	120±89	110~130
ハクサイ	0.9±0.8	0~1.8	カマボコ	60±10	50~70
アブラナ	32.0±6.0	26.0~40.0	ツミレ	830±80	750~950
シュンギク	4.6±3.3	1.1~7.8	平均		268.0
ニラ	1.0±0.4	0.6~1.7	貝類		
ニンニク	4.5±6.9	0.8~16.7	シジミ	1,900±430	1,400~2,600
ピーマン	0.2±0.2	0~0.5	ハマグリ	1,820±100	1,680~1,980
モヤシ	45.5±1.9	43.0~47.2	海藻類		
ニンジン	1.9±1.7	0~3.7	生ワカメ	2,760±830	1,700~4,000
レタス	0	-	アサクサノリ	17,400±8,800	9,000~31,000
サヤエンドウ	2.4±1.14	1.1~4.5	ヒジキ	3,680±2,050	2,000~7,000
カボチャ	2.4±1.0	0.9~3.3	肉類		
トマト	3.8±2.0	1.2~6.8	トリ肉	26.9±8.3	17.0~33.0
平均		8.5	トリ肝	18.3±5.6	9.0~23.0
果実類			ブタ肉	8.4±3.1	5.0~13.0
ミカン	6.8±1.8	5.0~9.8	ブタ肝	2.8±1.4	1.6~5.0
メロン	1.9±0.4	1.0~2.3	マトン	5.5±2.1	3.3~8.1
バナナ	1.3±0.8	0.4~2.5	牛肉	9.7±5.7	2.0~16.5
ナシ	2.3±1.5	0.2~3.9	卵	30.0±2.7	28.0~34.0
リンゴ	17.0±15.7	3.2~43.3	卵黄	40.2±10.5	30.0~57.0
レモン	1.5±1.3	0.2~3.3	卵白	28.6±4.0	24.0~34.0
ブドウ	58.0±25.0	24.0~94.0	牛乳	2.7±1.0	1.3~4.2
パイナップル	5.0±4.0	1.1~11.8	母乳	3.6±2.4	0.5~6.0
平均		11.7	チーズ	4.0±1.7	2.1~6.6
きのこ類			バター	1.4±0.6	0.7~2.2
シイタケ	30.1±14.5	5.8~42.5	その他		
シメジ	152.4±27.7	126.0~192.0	ショウ油	9.0±3.4	5.6~13.0
			砂糖	3.0±0.5	2.3~3.4
			なたね油	1.1±0.5	0.4~1.3
			酒	2.3±1.2	1.1~4.0
			センベイ	61.5±42.3	17.6~120.0

表3 食品からのヒ素の摂取量

食 品	摂取量 (g/日/1人)	ヒ素濃度 (ng/g)	ヒ素摂取量 (ng/日/1人)
穀物			
米	248.3	51.6	12,812.3
小麦	90.2	3.6	324.7
その他(トウモロコシ)	1.5	4.6	6.9
イモ類			
ジャガイモ	22.1	0.2	4.4
その他(サツマイモ)	39.8	1.8	71.6
砂糖	14.6	3.0	43.8
ビスケット(センベイ)	29.0	61.5	1,783.5
油脂			
なたね油	15.8	1.1	17.4
豆類			
ミソ	20.8	12.3	255.8
大豆	46.4	13.6	631.0
その他(インゲン豆)	2.8	5.6	15.7
果物	193.5	11.7	2,264.0
野菜	246.7	8.5	2,097.0
海藻			
生ワカメ	4.9	2,760.0	12,696.0
嗜好物(酒)	119.7	2.3	275.3
魚	94.0	96.81	9,100.14
肉(ブタ)	64.2	8.4	539.3
卵	41.5	30.0	1,245.0
牛乳	98.4	2.7	265.7
乳製品(チーズ)	5.2	4.0	20.8
計	1,399.4		126,371.6

※ 国民衛生の動向・厚生指針・特集24⁸⁾から引用

110ppb, 藤本ら¹¹⁾は40~290ppbであると報告している。田中ら^{12,13)}は、多数の野菜中のヒ素を測定し、大部分の野菜類は不検出であるとしている。これは、彼らの用いた測定法での定量限界が10ppbであったため、それ以下の低濃度のヒ素量を測定できなかったためと考えられる。著者の測定値では、大部分の野菜類のヒ素濃度は5ppb前後であり、平均8.5ppbを示し、モヤシ、アブラ菜、カブの葉等が30~70ppb前後と他の野菜類の値より高値を示した。果物については、野菜類と同様の値を示したが、ブドウ(58ppb)、およびリンゴ(17ppb)が高い値を示した。キノコ類については2種類のみ測定にとどめたが、シイタケ(30ppb)、シメジ(152ppb)と一般の野菜類に比し高値を示した。Schroederら⁵⁾

表4 1985年における食品からの推定ヒ素総摂取量

食 品	摂取量 (g/日/1人)	ヒ素濃度 (ng/g)	ヒ素摂取量 (ng/日/1人)
穀物			
米	275.0	51.6	14,190.0
小麦	63.3	3.6	227.9
その他(トウモロコシ)	3.0	4.6	13.8
イモ類(ジャガイモ)	38.8	0.2	7.8
砂糖	19.9	3.0	59.7
油脂(なたね油)	18.0	1.1	19.8
豆類			
大豆	45.0	13.6	612.0
ミソ	24.4	12.3	300.1
その他(インゲン豆)	4.2	5.6	23.5
果物	110.5	11.7	1,292.9
野菜	268.6	8.5	2,283.1
魚	70.0	96.81	6,776.70
肉(ブタ)	40.0	8.4	336.0
卵	45.0	30.0	1,350.0
牛乳	170.0	2.7	459.0
乳製品(チーズ)	5.0	4.0	20.0
合計	1,200.7		88,962.6

※ 桑原⁹⁾のデータより引用

マッシュルーム中のヒ素を測定し2.9ppmと高い値を報告している。このことから、キノコ類は一般の野菜類に比し、ヒ素が高濃度に含まれている傾向にあるものと考えられる。魚類については野菜類や肉類と比較してヒ素が高濃度に含まれているといわれている^{5,6,10,12,15,16)}。中尾⁶⁾の値は0.5~2.0ppm前後であり、田中ら¹⁶⁾は、大部分が0.5~5.0ppmであるとしている。また、Woidich¹⁰⁾らも同様の値を示している。著者の値もほぼ同様の値(平均約1ppm)であった。海藻類(生)については平均3ppm前後であった。中尾⁶⁾は海藻類0.07~1.7ppmと報告しているが、ほぼ同値と考えられる。乾燥ノリについては、下川ら¹⁷⁾は、1.3~3.3ppmの値を示している。著者の測定値は平均1.7ppmと、ほぼ同様の値であった。みそ、および醤油については、高橋ら¹⁸⁾は、岩手県内産の製品について測定しているが、みその平均6.5ppb、醤油1.1ppbであるとしている。一方、中尾⁶⁾は、みそが2.5ppb、醤油1.5ppbと両者の間には大きな差がある。著者の測定値は、みそ、醤油とも10ppb前後であった。肉類中のヒ素濃度については、Schroederら⁵⁾、および中尾⁶⁾は100ppb前後、Kingsley¹⁴⁾

表5 1964年における食品からの推定ヒ素摂取量

食品	摂取量 (g/日/1人)	ヒ素濃度 (ng/g)	ヒ素摂取量 (ng/日/1人)
穀物			
米	354.3	51.6	18,281.9
小麦	62.9	3.6	226.4
その他(トウモロコシ)	8.0	4.6	36.8
イモ類			
ジャガイモ	74.0	0.2	14.8
砂糖	14.8	3.0	44.4
ビスケット(センベイ)	30.6	61.5	1,881.9
油脂			
ナタネ油	7.9	1.1	8.7
豆類			
大豆およびミソ	68.7	13.6	934.3
その他(インゲンマメ)	5.7	5.7	31.9
果物	127.7	11.7	1,494.1
野菜	226.4	8.5	1,924.4
海藻			
生ワカメ	4.7	2,760.0	12,972.0
魚	83.6	968.1	80,933.1
肉(ブタ)	30.6	8.4	257.0
卵	30.2	30.0	906.0
牛乳および乳製品	46.2	2.7	124.7
嗜好物(酒)	61.4	2.3	141.2
合計	1,237.9		120,213.6

※ 国民栄養の現状²¹⁾から引用

は56ppb, Bartrand¹⁵⁾は6ppbであるとし、それぞれの値はまちまちである。これは、各動物が摂取する飼料中に存在するヒ素量の差や、ヒ素摂取量の差などが一因となっているものと考えられるが、さらに、現在まで、肉、臓器などの生体試料中のヒ素の正確なる測定法が確立されていなかったことが大きな原因となっていたものと考えられる。著者が確立した方法⁷⁾を応用して測定した値は、牛、豚、羊肉それぞれ10ppb以下であり、Bartrand¹⁵⁾の値とほぼ同一の値であった。一方、鶏卵については、田中ら¹²⁾は、卵黄と卵白中の各種の金属濃度をヒ素と同時に測定している。それによると、亜鉛、マンガン、銅については大部分が卵黄部に含まれているが、ヒ素については、測定値が、各試料によってバラツキ、濃度差を見いだすには致っていない。これに対し、Frost²⁴⁾は、卵黄部のヒ素濃度は卵白部のその25%高濃度であると述べて

いる。著者の測定結果では、卵黄部が平均40ppb、卵白が29ppbと卵黄は卵白のヒ素濃度より38%高濃度に蓄積されていることが明らかとなり、Frost²⁴⁾が述べているように、卵黄は卵白よりも高濃度にヒ素を蓄積する性質を有するものと考えられる。牛乳については、Woidich¹⁰⁾らは1.5ppb、Kingsley¹⁴⁾は1.3ppb、中尾⁶⁾は2~1.7(平均7.8)ppbの報告がある。著者の測定値は2.7ppbと、他の報告値と同様の値であった。ヒト母乳について中尾⁶⁾は、5.4~12.7(平均9.1)ppbを報告しているが、著者の測定値は0.5~6.0(平均3.6)ppbであった。

以上の測定値から国民栄養調査結果をもとにして1975年の茨城県のヒ素摂取量を求めた値は、1人あたり0.126mg/dayとなりことが明らかとなったが、これは中尾⁶⁾が1960年に示した日本人のヒ素摂取量の値0.137mg/dayとほぼ一致した値であった。また、先に著者は、ヒト尿中ヒ素の平均濃度が67ppbであることを報告した¹⁹⁾が、ヒトの1日尿量を1.2²⁰⁾とすると、食物から摂取したヒ素のうち、約63%が尿から排泄されていることが予測できた。また、国民栄養調査結果から算出したヒ素摂取量の72%が魚類に由来し、野菜からは1.6%、肉および卵類からはわずか1.4%であり、米、海藻類からは、それぞれ10%ずつの割合であることが明らかとなった。一方昭和39年度(1964年)の国民栄養調査結果²¹⁾をもとに、今回測定した値を利用して茨城県人の11年前のヒ素摂取量を試算した値は、1人あたり0.120mg/day(表5)と昭和50年度(1975年)の0.126mg/dayとほぼ同じ値であった。また、過去10年間のヒ素を用いた農業の生産量の推移をみると^{22,23)}、1965年の総生産量は23,700t、1975年は15,400tと10年間で約35%の生産量の減少を示しているが、ヒ素摂取量が、著者が試算した11年前の値0.120mg/day(1964年)と1975年の値0.126mg/dayが、ほぼ同一値を示したことは、先に述べたように、摂取するヒ素の8割が海産物に由来するため、日常摂取するヒ素量については、いまだ、農業などの環境汚染の影響などを直接受けてはいないように考えられる。また将来のヒ素摂取量について推定してみると、農業問題懇談会の提唱している1985をメドの国民生活標準試料⁹⁾からヒ素摂取量を試算した値は0.089mg/dayと、1975年のヒ素摂取量の約70%に減少する値が得られた(表4)。これはヒ素摂取量の最大要因である魚の摂取量が1975年の約

75%位に減少すると予測しているためである。将来、茨城県人の食生活の内容が国民生活標準資料のとうりに変化するとは限らないであろうが、漁業の国際的な規制による漁獲量の減少などにより、魚の摂取量も減少する可能性があり、食品からのヒ素の総摂取量は、今後、徐々にではあるが、減少していくものと考えられる。

5. 結 語

市販農水産物中のヒ素量を求め、その値から国民栄養調査結果をもとにして、茨城県人の平均的な1日あたりのヒ素摂取量を求めた。その結果、0.126 mg/dayの摂取量であることを明らかにした。摂取するヒ素のうち、72%が魚類からの摂取に由来し、主食である米からは10%、海草類からも10%の割合で摂取することが推測された。そして、これら摂取したヒ素のうち、約60%が尿から排泄されるものと予測された。また、今後、ヒ素摂取量は魚の摂取量の減少に伴って減少するものと考えられる。

文 献

- 1) Birmingham, D. J., Key, M. M., Holaday, D. A., Perone, V. B.: *Arch. Dermatol* **91**, 457 (1965)
- 2) 浜田稔夫, 堀口俊一: *産業医学*, **18**, 103 (1976)
- 3) 食品添加物・農薬残留基準一覧表: *食品衛生学雑誌*, **19**, 133 (1978)
- 4) Tenth Report of the Joint FAO/WHO Expert Commiteeon Food Additives: FAO Nutrition Meetings Report Sevies No. 43, WHO Technical Report Series **373**, 14 (1966)
- 5) Schroeder, H. A., Balassa, J.: *J. Chron Dis*, **19**, 85 (1966)
- 6) 中尾正宏: *大阪市立大学雑誌*, **9**, 541 (1960)
- 7) 石崎睦雄: *分析化学*, **26**, 667 (1977)
- 8) 国民衛生の動向・厚生指標・特集 **24**, 384, 厚生統計協会, 東京 (1976)
- 9) 桑原丙午生: *公衆衛生*, **41**, 490 (1977) より引用
- 10) Woidich, H., Pfannhauser, W.: *Z. Anal Chem*, **276**, 61 (1975)
- 11) 藤木雄一, 渡辺孝弘, 柏司: *農薬検査所報告*, **10**, 84 (1970)
- 12) 田中之雄, 池辺克彦, 田中涼一, 国田信治: *食衛誌*, **14**, 196 (1973)
- 13) 田中之雄, 池辺克彦, 田中涼一, 国田信治: *同上*, **15**, 313 (1974)
- 14) Kingsley, G.R., Schaffert, R.R.: *Anal. Chem*, **23**, 914 (1951)
- 15) R.E. Remington: *J. Am. Chem. Soc.*, **49**, 1410 (1920) より引用
- 16) 田中之雄, 池辺克彦, 田中涼一, 国田信治, *食衛誌*, **15**, 390 (1974)
- 17) 下川洪平, 堀部信好, 寺田雅子, 森仁: *同上*, **12**, 330 (1971)
- 18) 高橋正直, 佐藤影, 飯岡邦夫 岩手県衛生研究所年報, **6**, 70 (1962)
- 19) 石崎睦雄, 藤木素士, 山口誠哉: *産業医学*, **21**, 234 (1979)
- 20) 丹波正治, 林康之, 石川誠, 渡辺明彦: *人体成分のサンプリング, 排泄液*, **3**, 講談社, 東京 (1972)
- 21) 厚生省公衆衛生局栄養課編: *国民栄養の現状*, P. 212, 第1出版 (1977)
- 22) 農林省農政局植物防疫課監修: *農薬要覧* -1970-, P. 5, 日本植物防疫協会, 東京 (1970)
- 23) 農林省農政局植物防疫課監修: *農薬要覧* -1977-, P. 14, 日本植物防疫協会, 東京 (1977)
- 24) D. V. Frost: *Poultry Sci.*, **32**, 217 (1953)

茨城県の地下水の衛生化学的研究(第6報)

～ 県北地域の地下水 ～

斉藤 護, 菊池 信生, 笹本 和博, 鈴木 八重子
久保田 京子, 勝村 馨, (茨城県衛生研究所)

Hygienic Chemical Studies of Groundwater in Ibaraki Prefecture (V I) Groundwater in Northern Area of Ibaraki Prefecture

Mamoru SAITOU, Nobuo KIKUCHI, Tokihiro SASAMOTO, Yaeko SUZUKI, Kyoko KUBOTA and Kaoru KATSUMURA
Ibaraki Prefectural Institute of Health, 4-1, Atago-cho, Mito, Ibaraki, Japan

1. はじめに

本調査は豊富な水量と良質な地下水を得るための基礎資料を作ることを目的として、地下水の水質調査を衛生化学的な立場から行った。

県北の山間地においては地形や地質上一部の地域を除いては浅井戸が大多数である。主に深井戸水を目的としたが深井戸水がないところはやむを得ず浅井戸水にした。採水地点はできるだけ広範囲に渡る地域の水質を把握できるように選んだ。

昭和53年10月から昭和54年1月にかけて採水し、更に追試を行うために昭和54年8月に採水して、地下水(井戸水60件,湧水7件)67件,沢水1件の合計68件について調査した。

2. 調査地域

調査地域は茨城県北部の太子町,里美村,水府村,常陸太田市,金砂郷村,山方町,大宮町,瓜連町,那珂町,北茨城市,高萩市,十王町,日立市の13市町村である。

3. 地形,地質

3・1 地形

調査地域の地形(図1)は福島県境より常陸太田市付近に至り阿武隈山地の一部をなす東側から多賀,久慈の両山地とその西側を八溝山から栃木県との境を南に延びる八溝山地がある。

多賀山地は高度がおおよそ400~500mでドーム状の隆起準平原¹⁾を呈している。久慈山地は多賀,八

溝山地にはさまれ,両山地に比べてやや高度が低く,ほぼ北から南に流れる里川,山田川,久慈川の河谷によって開析¹⁾されており,地質学的には棚倉破砕帯といわれている。

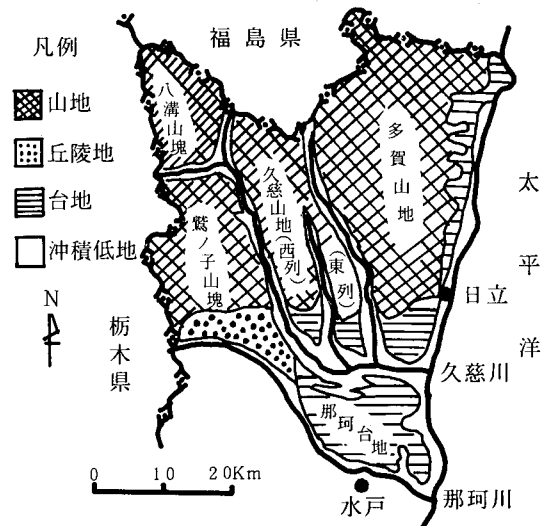


図1 調査地域の地形区分¹⁾

八溝山地は久慈川,那珂川の低地によって分断された八溝,鷲ノ子,鶏足,筑波山塊¹⁾²⁾³⁾からなるが本地域に位置するものは八溝,鷲ノ子山塊である。高度はおおよそ400~500mである。

また,台地,低地はこれら山地の山麓部や河川流域および海岸地域に分布し,久慈川と那珂川にはさまれた山方町から那珂町一帯には標高約25~40mの那

珂台地がある。

3・2 地質²⁾³⁾

調査地域の地質の概要は、中、古生代は八溝山地では時代未詳のため一般に古期岩類と呼ばれ、地層は主に砂岩、頁岩、チャートからなる。

多賀山地は古生代の変生岩類、花崗岩類、日立古生層が分布している。

第三系は久慈川、那珂川流域の八溝山地、久慈山地に分布するのは全体として北西から南東に向って新しい地層が重っている。下位より中新世の浅川層群、黒沢層群、源氏川層、鮮新世の久米層からなっている。

浅川層群は八溝山地の東縁にそって分布しており、主に礫岩、砂岩、頁岩、集塊岩、凝灰岩からなる。

黒沢層群は久慈山地に広く分布しており、その中に男体山集塊岩が含まれている。主に礫岩、砂岩、泥岩、凝灰岩からなる。

多賀山地東縁の第三系は、北茨城市から日立市にかけての海岸にそって細長く多賀山地の古期岩類を不整合におおって東へ約20度傾斜している。この地域の第三系は下位より漸新世、始新世の白水層群、中新世の湯長谷層群、多賀層群、鮮新世の日立層群からなる。

湯長谷層群と白水層群は主に福島県内に分布し、茨城県側では北茨城市付近に分布しているにすぎない。

主に砂岩、頁岩、凝灰岩からなる。

多賀層群は本地域に広く分布しているもので、下部は礫岩、花崗岩質砂岩、浮石質砂岩からなる。上部は主に凝灰質泥岩で砂岩や石灰質泥岩をはさんでいる。

日立層群は主に日立海岸に分布しており、日立頁岩層と離山凝灰岩層に分けられている。離山凝灰岩層は主に流紋岩質軽石質凝灰岩からなり、一部に砂岩や泥岩をともなう。

第四系は河川流域や海岸地域に分布する河岸段丘や海岸段丘に存在する。これらの段丘は堆積物の状態などによって上位、中位、下位段丘³⁾⁴⁾などに分られている。所によって厚さは異なるが、一般に上位、中位段丘は洪積層であり、砂、礫、粘土、関東ローム層などからなる。下位段丘は沖積層であり、関東ローム層を欠き、砂、礫、粘土層などからなる。

久慈川、那珂川流域の段丘³⁾⁴⁾は河岸段丘（那珂台地の主部は海岸段丘⁵⁾）である。海岸地域の上位、中位段丘⁶⁾は宮田川以北では河岸段丘、宮田川以南は海岸段丘である。下位段丘⁶⁾は河岸段丘である。

第四系は県南、県西などに比べて薄く、那珂台地では厚さが約10～30mであり、海岸地域を除いては北へ向うに従って更に薄くなっている。

表1 調査井戸の概況

採水 地点 No.	所在 地	標高 (m)	※1 井戸の 形態	井戸深 (m)	水深 (m)	ストレーナー位置 (m)	位置湯水量 (t/min)
1	大子町矢田210	100	掘	8			
2	" " 486	100	掘	9			
3	" " 大子298	130	掘	11.7	9.7		
4	" " 1989	130	掘	10			
5	" " 袋田631	100	掘	10			
6	" " 小生瀬4001	220	打	150			
7	" " 4016-3	220	掘	6.5			
8	" " 3743	280	掘	4.5	1.3		
9	" " 頃藤	80	掘	20	1.2		
10	" " 西金406-1	80	掘	11.3	9.3		
11	山方町山方2236	49	掘	48	1.0		
12	" " 1132	83	掘	18.5	1.5		
13	大宮町北3丁目	55	掘	14			
14	" " 下町251	55	掘	10			
15	" " 上町922-6	55	掘	8	1.5		
16	瓜連町瓜連上	45	打	16			
17	" " 1370-1	42	打	30			
18	" " 1315-4	42	打	16			
19	那珂町北郷771-1	25	掘	6.1	0.4		
20	" " 南酒出28	35	打	41		7.8~11.6, 26.8~38.2	
21	" " 996	35	掘	8.5			
22	" " 小新田後1900-7	38	掘	20			
23	" " 横掘1520	35	打	81		47~51, 59~62	
24	" " 笠松1227-1	33	打	160		72~81, 127~144	
25	" " 菅谷4370-1	35	掘	49	2.8		
26	" " 後台1484-1	33	打	60			
27	" " 3381-2	33	打	10			
28	" " 中台609-3	33	掘	10.1	0.5		
29	里美村小中56	250	掘	8			
30	" " 大中1958	200	掘	3.5	0.5		
31	" " 折橋421-1	200	湧水	7	2.5		
32	" " 小菅281	180	掘	6.5			
33	水府村上高倉128	280	掘	3.6			
34	" " 408	230	掘				
35	" " 608	230	湧水 (貯溜して共同使用)				

採水 地点 No.	所在 地	標高 (m)	※1 井戸の 形態	井戸深 (m)	水深 (m)	ストレーナー位置 (m)	位置湯水量 (t/min)
36	水府村上高倉	220	湧水				0.01以下
37	" " 963	220	湧水				0.212
38	" " 1084	200	掘	2.1	1.5		
39	" " 1374	200	掘	4.5			
40	" " 1641	170	掘	5.8	1.3		
41	" " 1850	170	掘	1.7	0.8		
42	" " 下高倉	190	沢水 (貯溜して共同使用)				
43	" " 738	200	湧水				
44	" " "	120	掘	2.5	1.5		
45	" " 中染3210	100	掘	11.5	4.0		
46	" " 西染780	80	掘	11.0			
47	" " 和久1459	60	打	200			
48	" " 国安800	70	打	70			
49	" " 1653	70	打	80			
50	" " 1711	80	打	87			
51	" " 松平468	50	掘	20.5	19.0		
52	常陸太田市碓友町639	40	掘	8.9	0.5		
53	" " 608-2	40	掘	10.0	1.7		
54	" " 東町2163	40	掘	15.5	2.0		
55	" " 西町	40	掘	20.0			
56	金砂郷村中利員1493	120	掘	12.5	2.0		
57	北茨城市本町3-3-18	6	掘	3.0			
58	" " 磯原豊田222	10	掘	5.5	0.5		
59	" " 大沢口	30	掘	30			
60	高萩市安良川1180	40	掘	10			
61	" " 山部滝の沢	100	湧水				351
62	十王町友部2742	30	打	104		63.5~80.0	
63	" " 伊師本郷491-1	30	打	120		40.0~45.0, 57~73.5	
64	日立市川尻町1222-2	10	打	66		95.5~106.5	
65	" " 幸町3-1	40	打	110		100~115, 120~130	
66	" " 東多賀町1-2-3	25	打	130		140~145,	
67	" " 東大沼2-4-23	8	打	20			
68	" " 水木町泉が森	25	湧水				5.90

※1 掘…手掘井戸
打…打込井戸

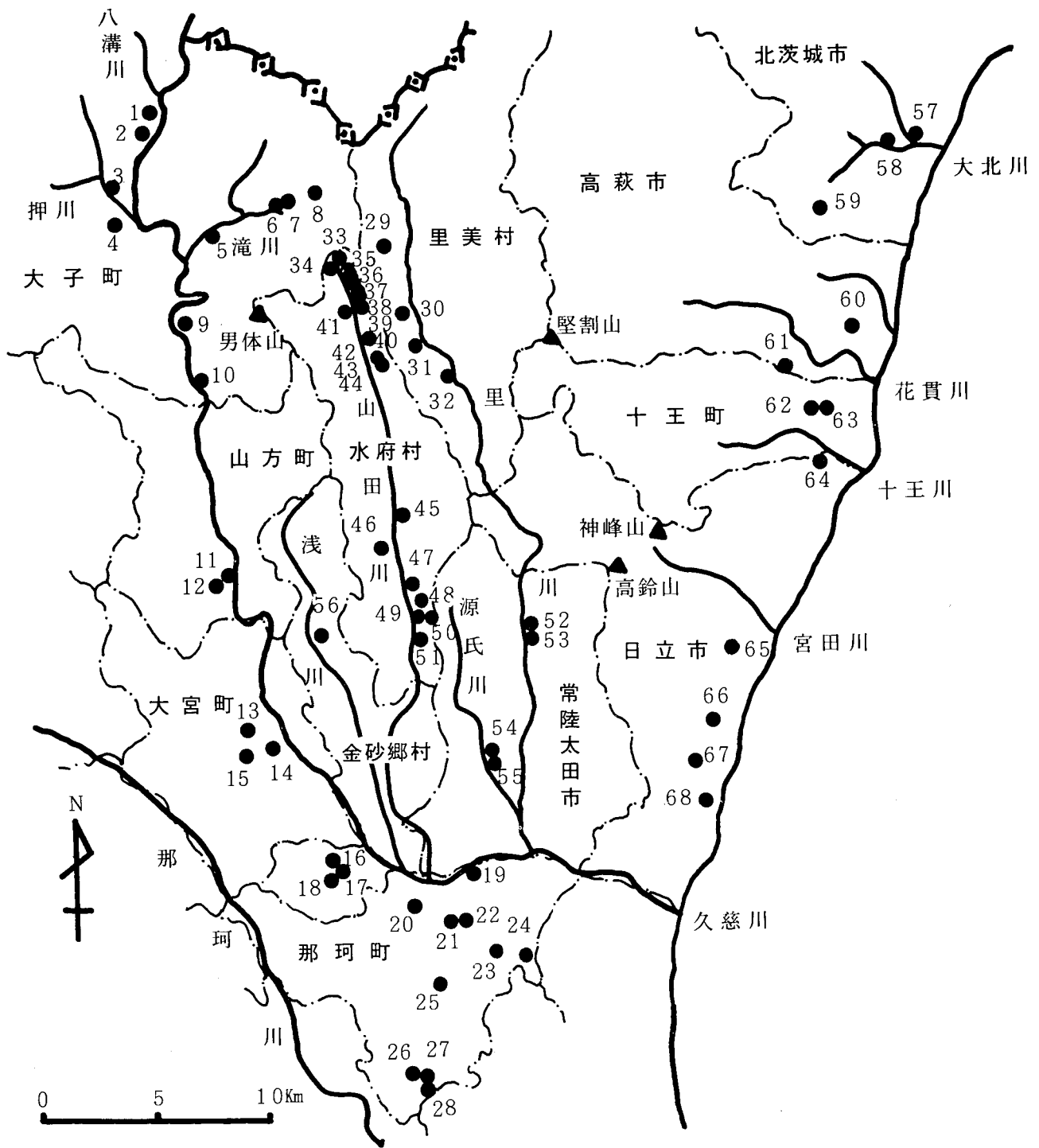


図2. 調査地域および採水地点

●……………採水地点

調査地域を水質の考察をする上で三つの地区に分けた。

第一地区は久慈川、那珂川流域に位置する大子町、山方町、大宮町、瓜連町、那珂町で、No. 1～28の地点を含む。採水地点は大多数が中位段丘にある。No. 2は砂礫質凝灰岩の浅川層群の井戸水、No. 6（一部は第四系）は黒沢層群の小生瀬層の井戸水で水量には乏しい。これら以外の帯水層は第四系である。

第二地区は里川、山田川、浅川流域に位置する里美村、水府村、常陸太田市、金砂郷村で、No. 29～56の地点を含む。上流域では河岸段丘の発達は少なく、特に、山田川の上流域にある水府村上高倉（No. 33～44）では地形が複雑でけわしく、河岸段丘の発達は少ない。採水地点はほとんどが中位段丘にある。No. 47～50は砂岩の小生瀬層の井戸水、これら以外の帯水層は第四系である。しかし、湧水については不明である。

第三地区は海岸地域に位置する北茨城市、高萩市、十王町、日立市で、No. 57～68の地点を含む。採水地点は大多数が中位段丘にある。帯水層はNo. 57, 58が沖積層、No. 60, 67, 68が洪積層である。No. 61は基盤（花崗岩）の井戸水、No. 59, 62～66が砂岩の多賀層群の井戸水である。

5. 試験項目、試験方法

試験項目は水温、pH、色度、濁度、蒸発残留物、導電率、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、過マンガン酸カリウム消費量、TOC、アルカリ度、塩素イオン、硫酸イオン、フッ素、カリウム、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、総硬度、鉄、亜鉛、マンガン、ケイ酸、リン酸の25項目である。試験方法は上試験方法によった。TOCはJIS, K0102 工場排水試験方法によった。

6. 結果および考察

試験結果を表2、水質の概要を表3に示す。

	井戸水 (60件)		湧水 (7件)		沢水	
	最小値-最大値	平均値	最小値-最大値	平均値	(1件)	
水温 (°C)	7.5 ~17.1	15.0	13.0~21.5	17.2	11.7	
pH	5.3 ~9.8	6.83	5.9 ~9.7	7.93	7.1	
色度 (度)	0 ~40	—	0 ~5	—	10	
濁度 (度)	0 ~8	—	0	—	0	
蒸発残留物 (ppm)	67.2~425	221.1	77 ~290	177.6	55	
導電率 (μs/cm)	60.4~600	300.6	79.6~450	252.0	79.6	
NH ₃ -N (ppm)	0.00~0.56	—	0.00~0.02	—	0.06	
NO ₂ -N (ppm)	0.00~0.15	—	0.00	—	0.00	
NO ₃ -N (ppm)	0.0 ~18.5	4.43	0.00~3.0	0.73	0.4	
KMnO ₄ 消費量 (ppm)	0.6 ~36.3	3.18	0.9 ~2.6	4.42	9.3	
TOC (ppm)	2 ~5	3.3	2 ~3	2.6	4	
アルカリ度 (ppm)	9.1 ~217	62.8	23.2~19.4	93.1	14.1	
Cl (ppm)	4.5 ~46.6	21.04	5.9 ~22.0	9.87	5.9	
SO ₄ (ppm)	0 ~14.5	3.74	7 ~4.0	2.00	12	
F (ppm)	0 ~2.3	0.14	0 ~1.7	0.46	0.0	
K (ppm)	0.3 ~74.0	8.21	1.2 ~4.7	2.33	1.4	
Na (ppm)	4.6 ~110	27.0	4.6 ~100	35.5	5.4	
Ca (ppm)	0.2 ~72.0	15.84	0.8 ~5.3	11.24	2.3	
Mg (ppm)	0.0 ~18.0	5.44	0.0 ~7.0	2.14	2.0	
総硬度 (ppm)	1 ~203	68.1	3 ~16.1	44.1	19	
Fe (ppm)	0.00~7.5	0.41	0.00~0.24	0.053	0.24	
Zn (ppm)	0.00~0.68	0.050	0.00~0.14	0.026	0.00	
Mn (ppm)	0.00~0.35	0.014	0.00~0.01	0.001	0.00	
SiO ₂ (ppm)	0 ~60	27.1	19 ~6.1	35.4	2.1	
PO ₄ (ppm)	0.00~0.80	0.131	0.00~0.45	0.188	0.00	

表 2 試 験 結 果

No	水 温 (°C)	pH	色 度 (度)	濁 度 (度)	蒸 発 殘 留 物 (ppm)	導 電 率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	$\text{NH}_4\text{-N}^{\#1}$ (ppm)	$\text{NO}_2\text{-N}^{\#2}$ (ppm)	$\text{NO}_3\text{-N}$ (ppm)	MnO_2 消費量 (ppm)	TOC (ppm)	アルカリ度 (ppm)	Cl (ppm)	SO_4 (ppm)	F (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	総硬度 (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	SiO_2 (ppm)	PO_4 (ppm)	
1	14.5	6.5	3	1	115	184	0.02	0.00	2.6	2.2	4	29.5	20.3	2.1	0.0	3.0	13.6	9.2	3.2	4.3	0.50	0.00	0.00	0.00	2.6	0.00
2	15.5	8.1	2	0	277	409	0.02	0.00	0.0	3.5	4	155	19.9	3.5	2.3	0.3	9.20	1.0	0.3	7	0.16	0.00	0.00	0.02	3.9	0.07
3	14.8	7.3	4	0	206	313	0.06	0.03	1.5	7.9	4	133	13.6	9	0.0	3.6	17.8	32.4	6.6	11.6	7.5	0.57	0.07	3.4	0.08	
4	17.0	7.1	0	0	98.5	168	0.00	0.00	1.9	3.2	3	46.7	8.4	1.8	0.0	0.8	5.6	1.20	6.0	6.3	0.10	0.02	0.00	1.4	0.01	
5	15.2	7.0	0	0	250	381	0.00	0.00	6.8	2.2	4	66.0	23.8	5.4	0.0	1.8	77.0	2.8	0.5	1.2	0.08	0.02	0.00	3.6	0.04	
6	15.5	6.9	0	0	177	239	0.02	0.00	1.0	6.0	4	34.5	25.2	4.6	0.4	2.8	13.2	17.2	5.2	7.7	0.10	0.02	0.02	3.4	0.00	
7	16.0	6.3	0	0	155	251	0.00	0.00	7.8	2.5	4	26.4	20.6	2.8	0.2	6.2	20.0	1.28	4.0	5.6	0.04	0.00	0.00	2.1	0.02	
8	15.5	5.8	0	0	249	333	0.02	0.00	18.5	2.5	4	9.1	12.6	6.6	0.2	2.1	7.4	25.6	12.4	11.9	0.16	0.02	0.00	1.9	0.00	
9	15.1	8.8	1	0	219	286	0.24	0.15	6.2	3.6	5	7.2	21.0	1.9	0.0	4.1	13.6	33.2	2.4	10.0	2.0	0.31	0.00	2.1	0.12	
10	15.5	6.1	1	0	67.2	135	0.24	0.00	1.7	6.3	5	2.74	11.5	8	0.0	9.2	8.0	5.6	2.2	2.9	0.15	0.04	0.00	2.1	0.04	
11	16.5	6.3	0	0	341	390	0.00	0.03	10.2	1.9	4	2.32	4.61	5.4	0.1	3.7	36.0	2.08	8.0	9.1	0.22	0.01	0.00	2.1	0.08	
12	14.5	6.9	0	0	198	233	0.06	0.00	5.2	1.6	4	2.73	2.27	2.5	0.0	18.0	15.2	8.4	4.4	4.7	1.4	0.02	0.00	2.4	0.06	
13	15.5	6.3	0	0	269	350	0.00	0.00	12.8	1.9	4	2.12	3.39	3.5	0.1	15.2	2.48	18.0	6.8	8.1	0.05	0.01	0.00	1.9	0.03	
14	15.5	5.9	0	0	231	345	0.04	0.00	10.0	1.9	4	2.63	3.42	3.9	0.0	18.0	28.0	13.2	6.4	6.8	0.00	0.02	0.00	1.9	0.03	
15	15.5	5.9	0	0	258	284	0.02	0.00	9.8	1.9	4	1.82	2.93	2.9	0.0	2.6	2.44	15.6	6.8	7.1	0.08	0.01	0.00	1.6	0.01	
16	15.5	6.1	0	0	210	250	0.00	0.00	12.3	1.6	4	1.11	2.62	2.1	0.0	1.4	12.8	15.6	7.2	7.4	0.06	0.01	0.00	1.6	0.01	
17	15.2	5.5	8	0	217	222	0.04	0.00	4.7	2.2	3	2.73	2.90	1.5	0.0	2.4	16.4	1.20	5.2	5.8	0.40	0.68	0.02	3.6	0.04	
18	15.0	5.9	0	0	174	240	0.00	0.00	1.6	3.2	3	3.94	1.68	4.6	0.0	1.7	9.6	17.2	6.8	8.5	0.02	0.01	0.00	2.1	0.00	
19	16.1	6.0	0	0	282	315	0.00	0.00	15.0	1.6	4	10.1	3.28	1.5	0.0	3.3	18.8	1.68	9.2	8.5	0.04	0.02	0.00	1.6	0.02	
20	16.0	6.6	2	0	190	224	0.04	0.01	1.2	2.9	3	5.25	2.93	5	0.1	4.0	25.2	8.4	5.0	5.1	0.20	0.01	0.06	4.1	0.12	
21	16.5	6.3	0	0	189	270	0.00	0.02	4.3	2.2	4	9.1	1.81	7.2	0.0	20.0	14.4	11.6	6.8	6.2	0.22	0.01	0.00	1.6	0.00	
22	16.3	5.9	0	0	149	212	0.00	0.00	4.2	1.6	4	2.32	2.79	1.5	0.1	1.4	10.8	10.8	6.4	6.0	0.22	0.01	0.00	1.6	0.01	
23	17.0	7.9	2	0	236	268	0.10	0.00	0.0	2.2	3	1.29	7.3	0	0.1	4.6	28.4	1.44	5.4	7.5	0.70	0.06	0.06	5.6	0.32	
24	—	8.2	5	0	198	221	0.00	0.00	0.0	1.6	3	9.70	9.8	0	0.1	2.1	2.28	15.6	2.0	6.8	0.12	0.01	0.02	5.1	0.35	
25	16.0	6.2	0	0	302	418	0.00	0.02	15.9	2.6	3	2.12	4.66	3.7	0.0	4.20	27.0	1.44	6.0	6.4	0.60	0.00	0.00	1.1	0.03	
26	15.5	7.3	0	0	164	168	0.04	0.00	0.0	1.9	3	3.54	1.64	1.9	0.0	2.6	11.4	7.2	4.4	4.8	0.22	0.00	0.35	4.1	0.18	
27	17.1	5.3	0	0	141	157	0.00	0.00	6.1	1.3	3	3.33	1.75	0	0.0	1.0	10.4	8.0	4.2	4.3	0.06	0.00	0.00	2.1	0.01	
28	15.5	5.9	0	0	182	200	0.00	0.00	9.3	1.9	3	1.41	2.58	9	0.0	1.2	12.4	9.2	6.2	5.4	0.05	0.02	0.00	2.1	0.01	
29	14.2	6.0	0	0	120	140	0.00	0.00	4.2	2.2	3	1.62	8.7	1.8	0.0	5.0	7.2	7.2	2.6	4.1	0.06	0.04	0.00	1.4	0.00	
30	14.0	6.0	0	0	212	268	0.00	0.00	12.3	2.6	3	2.32	1.88	4.2	0.0	1.68	1.48	13.2	4.2	6.7	0.06	0.00	0.00	2.1	0.18	
31	17.3	5.9	0	0	85	108	0.00	0.00	1.5	1.9	3	2.42	8.7	7	0.0	4.7	6.4	5.2	1.6	2.9	0.02	0.02	0.00	1.9	0.05	
32	15.5	5.9	0	0	175	175	0.00	0.00	3.1	2.6	4	1.62	1.61	2.2	0.0	2.6	1.36	5.6	2.1	3.4	0.06	0.00	0.00	2.9	0.30	
33	14.7	6.4	0	0	101	128	0.00	0.00	1.7	2.6	3	2.22	7.0	2.1	0.0	1.7	7.4	6.8	2.8	3.4	0.05	0.01	0.01	3.4	0.12	
34	14.6	6.5	0	0	148	180	0.00	0.00	4.8	1.6	2	2.32	1.81	1.8	0.0	7.1	1.36	10.4	1.7	4.4	0.06	0.00	0.00	2.1	0.22	

35	130	8.7	0	0	141	163	0.00	0.00	0.0	2.6	2	63.6	6.3	12	0.4	1.4	36.0	1.2	0.2	3	0.14	0.14	0.00	6.1	0.45
36	21.5	8.8	5	0	277	450	0.00	0.00	0.0	0.9	2	194	5.9	33	1.7	3.0	100	5.3	0.0	26	0.04	0.00	0.00	25	0.04
37	—	9.7	0	0	271	390	0.00	0.00	0.1	2.2	3	162	11.9	18	0.9	1.2	76.0	0.8	0.0	12	0.06	0.00	0.00	46	0.38
38	16.5	6.2	0	0	131	160	0.00	0.00	4.6	1.9	2	21.1	8.4	21	0.1	1.4	10.8	9.6	2.1	40	0.05	0.00	0.00	26	0.08
39	15.0	6.1	0	0	143	176	0.00	0.00	12.0	2.2	3	11.1	13.6	21	0.1	7.1	8.2	8.4	3.8	44	0.05	0.01	0.00	16	0.06
40	15.0	6.0	0	0	123	168	0.00	0.00	5.4	1.9	2	15.2	10.1	24	0.0	5.0	8.6	9.2	3.9	47	2.8	0.00	0.00	19	0.02
41	12.5	7.3	0	0	156	289	0.00	0.00	0.7	6.8	3	11.4	7.0	18	0.5	3.0	55.0	2.6	1.7	25	0.14	0.00	0.00	51	0.60
42	11.7	7.1	10	0	55	79.6	0.06	0.00	0.4	9.3	4	14.1	5.9	12	0.0	1.4	5.4	2.3	2.0	19	0.24	0.00	0.00	21	0.00
43	—	6.6	0	0	77	93.1	0.02	0.00	0.5	1.9	3	23.2	5.9	12	0.0	1.4	6.8	3.4	2.2	25	0.05	0.00	0.00	26	0.02
44	15.6	6.1	0	0	73	60.4	0.00	0.00	0.2	2.6	3	13.1	4.5	8	0.0	1.1	4.6	2.0	0.9	17	0.24	0.01	0.00	34	0.17
45	15.5	7.1	0	0	149	223	0.02	0.00	1.1	3.2	3	74.7	9.8	18	0.1	3.0	10.8	17.2	4.8	77	0.40	0.00	0.06	34	0.80
46	14.5	6.6	0	0	219	291	0.00	0.00	5.1	1.6	2	58.6	15.0	37	0.0	5.1	18.0	17.2	6.0	87	0.10	0.01	0.00	29	0.10
47	17.0	8.8	0	0	215	300	0.18	0.01	0.0	0.6	3	11.5	12.9	30	0.4	0.7	35.0	0.2	0.1	1	0.02	0.00	0.00	35	0.30
48	16.2	9.8	0	0	270	413	0.18	0.01	0.0	0.9	2	13.4	24.1	50	0.5	0.6	65.0	0.3	0.0	1	0.07	0.02	0.00	27	0.01
49	16.8	9.3	3	0	361	577	0.40	0.08	0.2	2.8	3	19.9	41.3	42	1.0	1.1	11.0	0.7	0.1	3	0.05	0.02	0.02	30	0.28
50	17.0	9.5	0	0	392	600	0.50	0.00	0.0	1.3	3	21.7	14.7	70	1.4	1.0	13.8	0.5	0.3	3	0.25	0.36	0.00	16	0.02
51	14.0	6.7	5	7	305	477	0.02	0.00	2.9	3.5	4	9.90	38.7	61	0.1	2.0	87.0	20.8	7.0	92	0.50	0.02	0.00	0	0.64
52	10.5	6.8	5	6	255	326	0.02	0.00	4.7	2.6	4	58.6	16.4	51	0.1	10.4	12.4	19.6	10.8	107	2.0	0.10	0.00	26	0.10
53	15.3	6.3	0	0	265	375	0.00	0.00	6.6	2.2	4	55.6	29.3	56	0.1	14.8	25.6	24.4	9.0	112	0.08	0.02	0.00	19	0.02
54	16.0	6.6	0	0	406	598	0.00	0.00	6.2	2.2	4	11.6	46.1	69	0.1	66.0	45.0	20.8	9.4	99	0.05	0.01	0.00	26	0.60
55	17.0	6.6	0	0	403	574	0.00	0.00	12.8	2.6	2	77.8	41.4	66	0.1	74.0	32.0	18.0	9.0	93	0.02	0.03	0.00	26	0.04
56	12.0	6.8	10	0	220	336	0.04	0.00	0.8	6.4	4	69.7	12.2	73	0.1	2.1	25.0	23.0	3.8	84	0.60	0.27	0.01	21	0.02
57	7.5	6.3	5	0	425	558	0.00	0.02	3.5	6.3	4	14.0	31.5	96	0.0	18.0	28.5	71.0	8.0	203	0.02	0.02	0.00	20	0.35
58	14.6	6.1	0	0	186	252	0.00	0.00	0.9	2.2	3	45.0	15.4	50	0.0	4.2	15.0	20.0	5.0	64	0.02	0.00	0.00	14	0.02
59	—	7.9	2	1	156	298	微	不	0.0	1.3	—	10.7	7.3	35	0.0	3.1	21	3.3	1.3	89	0.16	0.00	0.00	—	—
60	11.0	6.1	0	0	90	94.8	0.05	0.00	1.0	1.9	3	10.0	13.0	9	0.0	2.7	9.5	2.4	1.0	14	0.28	0.02	0.00	12	0.00
61	—	8.4	0	0	102	172	不	不	0.0	0.6	—	7.0	8.4	18	0.2	2.6	10	10.8	4.0	53	0.03	0.02	0.00	—	—
62	16.5	7.9	0	0	362	567	0.56	0.00	0.0	3.4	3	12.3	28.7	14	0.1	11.0	75.0	11.0	7.0	68	0.18	0.01	0.03	43	0.28
63	16.5	7.6	0	0	307	425	0.26	0.00	0.0	0.3	3	11.0	21.0	107	0.0	8.0	45.0	19.0	10.5	120	0.35	0.01	0.02	60	0.32
64	12.2	7.6	0	0	350	498	0.07	0.00	0.0	2.5	3	20.2	14.7	44	0.0	6.4	16.5	46.0	20.0	195	0.04	0.00	0.02	52	0.12
65	15.5	7.7	0	0	281	388	0.00	0.00	0.0	2.2	3	10.1	23.1	73	0.0	2.0	10.5	7.2	7.5	159	0.08	0.03	0.00	12	0.06
66	10.3	8.0	0	0	232	278	0.20	0.00	0.2	1.9	2	10.3	9.1	25	0.0	4.9	13.5	25.0	12.0	97	0.02	0.02	0.00	58	0.06
67	12.5	7.0	2	0	290	375	0.02	0.00	0.2	3.1	3	56.0	37.8	83	0.1	3.1	22.5	24.0	18.0	120	0.22	0.03	0.03	45	0.12
68	—	7.4	0	0	290	388	痕	不	3.0	1.4	—	11.5	2.20	40	0.0	2.0	1.3	5.3	7.0	161	0.03	0.00	0.01	—	—

※1 NH₃-N { 微…微量 0.1~2.0ppm
 痕…痕跡 0.1ppm以下
 不…不検出 0.0ppm }
 ※2 NO₂-N { 微…微量 0.1~0.4ppm
 痕…痕跡 0.01ppm以下
 不…不検出 0.00ppm }

6・1 水質の概要

6・1・1 水温

水温は井戸水では7.5～17.1℃の範囲で、平均値は15.0℃である。No.57(7.5℃)は平均値に比べ非常に低い。調査時の気温が8.5℃と低く、井戸深が3.0mと浅いために気温の影響を受けた結果と思われる。湧水のNo.36(21.5℃)は地下水の平均値に比べ高い。

6・1・2 pH

pHは井戸水では5.3～9.8の範囲であり、平均値は6.83である。7.0未満が41件で酸性を呈す地下水が多い。水質基準に適合しない井戸水で、5.8未満はNo.27(5.3), 17(5.5)であり、8.6を超えるのはNo.48(9.8), 50(9.5), 49(9.3), 9(8.8), 47(8.8)の7件である。湧水ではNo.37(9.7), 36(8.8), 35(8.7)の3件である。

6・1・3 色度、濁度

色度は井戸水では0～40度の範囲で、0度が44件である。水質基準を越えるのはNo.3(40度), 9(12度), 56(10度), 17(8度)の4件である。沢水は10度である。

濁度は井戸水では0～8度の範囲で、0度が55件である。水質基準を越えるのはNo.3(8度), No.51(7度), No.52(6度)の3件である。

No.3は色度、濁度ともに最高値である。

6・1・4 蒸発残留物、導電率

蒸発残留物は井戸水では67～425ppmの範囲で、平均値は221.1ppmである。

導電率は井戸水では60.4～600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲で、平均値は30.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ である。

蒸発残留物と導電率は溶存イオンの総量と密接な関係があり、本地域での両成分は高い正の相関($r=0.957$)がある。

6・1・5 アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素

アンモニア性窒素と亜硝酸性窒素の同時検出するのは、井戸水のみNo.3, 9, 20, 48, 49の6件である。

第三地区では同時検出するのではない。

6・1・6 硝酸性窒素

硝酸性窒素は井戸水では0.00～18.5ppmの範囲で、平均値は4.43ppmである。

水質基準を越えるのはNo.8(18.5ppm), 25(15.9ppm), 19(15.0ppm), 55(12.8ppm), 16(12.3ppm), 30(12.3ppm), 39(12.3ppm), 11(10.2ppm)の

9件である。

一般に浅井戸水は深井戸水に比べて濃度が高い。本地域で水質基準を越える井戸水はすべて20m以浅の浅井戸水である。湧水、沢水では3.0ppm以下である。

6・1・7 KMnO₄ 消費量, TOC

KMnO₄ 消費量は井戸水では0.6～36.3ppmの範囲で、平均値は3.18ppmである。湧水の平均値は、4.42ppm, 沢水は9.3ppmである。

水質基準を越えるのは井戸水No.9(36.3ppm)1件である。

平均値に比べて非常に濃高が高く、汚染によるものと思われる。

TOCは井戸水では2～5ppmの範囲で、平均値は3.3ppmである。3, 4ppmがそれぞれ26件, 23件で多い。

6・1・8 アルカリ度

アルカリ度は井戸水では9.1～217ppmの範囲で、平均値は62.8ppmである。No.50(217ppm), 64(202ppm), 49(119ppm), などが高い。湧水ではNo.59(194ppm)が高い。

主に深井戸水の濃度が高い。

6・1・9 塩素イオン

塩素イオンは井戸水では4.5～46.6ppmの範囲で、平均値は21.04ppmである。湧水の平均値は9.87ppm, 沢水は5.9ppmである。

第一, 第二地区の久慈川, 那珂川流域と第三地区の海岸地域に濃度の差はない。

6・1・10 硫酸イオン

硫酸イオンは井戸水では0～145ppmの範囲で、平均値は37.4ppmである。一般に深井戸水は浅井戸水に比べて濃度が低いが、本地域では水府村, 日立市, 十王町の深井戸水は濃度が高い。

6・1・11 フッ素

フッ素は井戸水では0.0～2.3ppmの範囲である。34件が0.0ppmである。水質基準を越えるのはNo.2(2.3ppm), 50(1.4ppm), 49(1.0ppm)の3件である。湧水ではNo.36(1.7ppm), 37(1.0ppm)の2件である。沢水は0.0ppmである。

水府村には濃度の高い地下水が多い。

6・1・12 カリウム

カリウムは井戸水では0.3～74.0ppmの範囲で、平均値は8.21ppmである。常陸太田市のNo.55(74.0ppm), 54(66.0ppm)は平均値に比べ非常に高い。

6・1・13 ナトリウム

ナトリウムは井戸水では4.6~110ppmの範囲で、平均値は27.00ppmである。

第一、第二地区では陽イオンの中でナトリウムの当量比が最も高い地下水が多い。

6・1・14 カルシウム

カルシウムは井戸水では0.2~72.0ppmの範囲で、平均値は15.84ppmである。

第三地区では陽イオンの中でカルシウムの当量比が最も高い地下水が多い。

6・1・15 マグネシウム

マグネシウムは井戸水では0.0~20.0ppmの範囲で、平均値は5.44ppmである。

6・1・16 総硬度

総硬度は井戸水では1~203ppmの範囲で、平均値は68.1ppmである。湧水の平均値は44.1ppm、沢水は19ppmである。

水府村の深井戸水は濃度が低く、第三地区の地下水は濃度が高い。

6・1・17 鉄

鉄は井戸水では0.00~7.5ppmの範囲で、平均値は0.410ppmである。

水質基準を越えるのはNa 3(7.5ppm), 40(2.8ppm) 9(2.0ppm), 52(2.0ppm), 12(1.4ppm), 23(0.70ppm), 25(0.60ppm), 56(0.60ppm), 1(0.50ppm), 51(0.50ppm), 17(0.40ppm), 45(0.40ppm), 63(0.35ppm)の13件である。湧水、沢水では水質基準を越えるのはない。

6・1・18 亜鉛、マンガン

亜鉛は井戸水では0.00~0.68ppmの範囲である。

マンガンは井戸水では0.00~0.35ppmの範囲である。

マンガンの水質基準を越えるのはNa 26(0.35ppm)が1件である。

6・1・19 ケイ酸、リン酸

ケイ酸は井戸水では0~60ppmの範囲で、平均値は27.1ppmである。

リン酸は井戸水では0.00~0.80ppmの範囲で、平均値は0.131ppmである。

6・2 主要陰陽イオンの組成

井戸水、湧水、沢水の主要陰陽イオンの組成を当量百分率を求め、三角座標、キー・ダイアグラムによって表わした(図3)。ヒドロ炭酸イオンはアルカリ度より換算した。

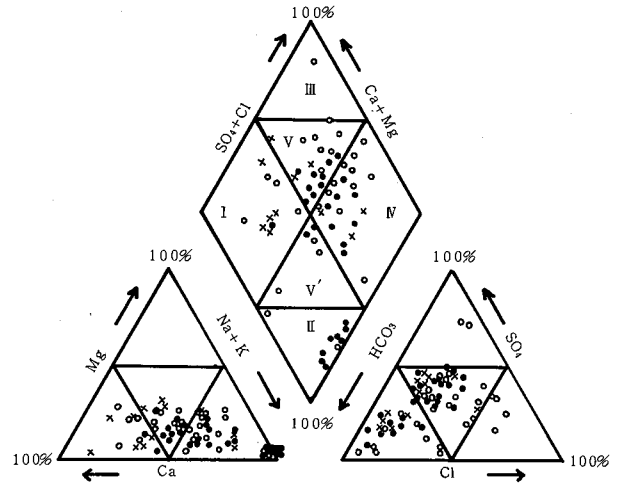


図3 主要陰陽イオンの組成

○…第一地区(大子町, 山方町, 大宮町, 瓜連町, 那珂町)
●…第二地区(里美村, 水府村, 常陸太田市, 金砂郷村)
×…第三地区(北茨城市, 高萩市, 十王町, 日立市)
I…炭酸硬度型
II…炭酸アルカリ型
III…非炭酸硬度型
IV…非炭酸アルカリ型
V…中間型

陽イオンの濃度関係を三角座標から考察すると、 $Na+K > Ca > Mg$ 型が42件で最も多い。次いで $Ca > Na+K > Mg$ 型が12件、 $Ca > Mg > Na+K$ 型が7件である。 $Na+K > Ca > Mg$ は第一、第二地区に多く存在し、 $Ca > Na+K > Mg$ 型、 $Ca > Mg > Na+K$ 型は第三地区に多く存在する。

陰イオンの濃度関係を三角座標から考察すると、 $HCO_3 > SO_4 > Cl$ 型が28件で最も多い。次いで、 $HCO_3 > Cl > SO_4$ 型、 $SO_4 > HCO_3 > Cl$ 型が各11件である。

各陰イオンが主体成分となるところを分類すると、ヒドロ炭酸イオンは大子町、那珂町の深井戸水、里美村の湧水、水府村、常陸太田市である。塩素イオンは山方町、大宮町、瓜連町、那珂町の浅井戸水、金砂郷村である。硫酸イオンは里美村の井戸水、十王町である。ヒドロ炭酸イオンまたは硫酸イオンは北茨城市、高萩市、日立市である。

キー・ダイアグラムによるとVは中間型で26件と最も多い。次いでIVは非炭酸アルカリ型が14件、Iは炭酸硬度型で11件である。

大子町には全部の型がある。那珂台地、山田川、里川流域(浅井戸水)ではIV、V型が主体となっており本地域で最も多い。大子町の浅川層群の井戸水、水府村の小生瀬層群の井戸水、湧水にはII型が多く、陽イオンの中で特にナトリウムの当量比が高い。

6. 結 論

県北地域の地下水の調査結果から次のことがいえる。

(1) 調査地域は山間地が多いため、井戸は地形や地質上第四系の地下水を利用する浅井戸が大多数である。

調査地域の第四系は県南、県西などに比べて薄く、第四系の地下水は乏しく、豊富な水量の地下水は第三系に求めなければならない。しかし、現在第三系に地下水の賦存していることが確認され利用されているのは一部であり、那珂台地の多賀層群、および海岸地域の多賀層群、基盤（花崗岩）、花崗岩風化物二次堆積層（埋没谷）などであって、他の地域では地下水の賦存はほとんど不明である。

(2) 水温は井戸水の平均値では15.0℃である。水府村の湧水には21.5℃と高いものがある。

pHは5.3～9.8の範囲である。浅井戸水では弱酸性から中性、深井戸水では中性から弱アルカリ性を示す。弱酸性の地下水が多い。

蒸発残留物、導電率の井戸水の平均値はそれぞれ、221.1ppm、300.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ である。本地域での両成分は高い正の相関($r = 0.957$)がある。

硝酸性窒素は0.00～18.5ppmの範囲である。水質基準を越えるのはすべて20m以浅の浅井戸水である。

過マンガン酸カリウム消費量の平均値は井戸水3.18ppm、湧水4.42ppm、沢水9.3ppmである。

アルカリ度は9.1～217ppmの範囲である。主に深井戸水の濃度が高い。

塩素イオンは井戸水の平均値では210.4ppmである。久慈川、那珂川流域の第一地区、第二地区と海岸地域の第三地区とに濃度の差はない。

硫酸イオンは一般に深井戸水は浅井戸水に比べ濃度は低い。本調査地域の水府村、日立市、十王町の深井戸水の濃度（平均値61.4ppm）は高い。

フッ素は0.0～2.3ppmの範囲である。水府村には濃度の高い地下水が多い。

ナトリウムは第一、第二地区、カルシウムは第三地区の地下水の陽イオンの中で当量比が最も高い。

(3) 水道法の水質基準を越える成分の多いのは、鉄（13件）、PH（10件）、硝酸性窒素（9件）、アンモニア性窒素と亜硝酸性窒素の同時検出（6件）、フッ素（5件）である。

謝 辞

本調査に御指導いただいた茨城県教育研修センターの方々、御協力いただいた大子、大宮、常陸太田、高萩、日立保健所の方々に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 大山年次、他：“地学のガイド、茨城県”（1979）（コロナ社）
- 2) “茨城県の地質”茨城県農業試験（1962）
- 3) 大森昌衛、他：“日曜の地学、8”（1979）（築地書館）
- 4) “棚倉破砕帯南部の地質見学案内”茨城県高等学校教育研究会地学部（1975）
- 5) “那珂湊地域の地質”地質調査所（1972）
- 6) “阿武隈東縁地域の地質見学案内”茨城県高等学校教育研究会地学部（1976）

第 3 章 他誌掲載論文要約

ブチルヒドロキシアニソールと硝酸塩または亜硝酸塩との共存下での紫外線照射による反応生成物の変異原性

石崎 睦雄*・小山田則孝*・上野 清一*・勝村 馨*
細貝祐太郎**

* 茨城県衛生研究所

** 女子栄養大学

食衛誌 20, 143~146 (1979)

ブチルヒドロキシアニソール (BHA) の 6 種の分解生成物および BHA と硝酸塩、亜硝酸塩との反応生成物である 4 種のニトロ化合物の変異原性について、枯草菌による "Rec - assay" および酵母を用いた感受性

試験を行って検討した。その結果、BHA 分解物の一つである 2 - tert-butyl - hydroquinone が顕著な活性を示すことが明らかになった。

溶媒抽出及びマトリックス効果を利用した炭素管アトマイザー無炎原子吸光法による生体試料中ヒ素、セレンの定量

石 崎 睦 雄

The Hitachi Scientific Instrument News.
21, 1833~1835, (1978)

生体中の微量元素、特にヒ素やセレンの分析法については、再現性や試薬の安全性などの問題から、これまで満足する方法が確立されていない現状である。そこで、炭素管アトマイザー無炎原子吸光法による、こ

れらの元素の測定法を検討した。その結果、ヒ素については 0.1 ppb、セレンは 1.0 ppb までの低濃度での測定を可能ならしめた。

N-シンナモイル-N-(2,3-キシリル)ヒドロキシルアミン抽出-パイロリティックグラファイト被覆管を用いる無炎原子吸光法による動植物中の微量バナジウムの定量

上野 清一・石崎 睦雄

日本化学会誌 217~222, (1979)

生体試料中の微量バナジウムの定量法については、これまでに信頼性が高く、一般性のすぐれた方法が確立されていない。そこで、新たなバナジウム定量用抽出試薬の開発を行ない、これが目的にかなう、N-シンナモイル-N-(2,3-キシリル)ヒドロキシルアミンを合成した。本試薬を用いて抽出したバナジウムの無

炎原子吸光法の感度は、既法の約12倍まで増大させることができた。

本法の感度は1%吸収で 4×10^{11} g (2ng/ml)であり、測定精度は相対標準偏差で14%以下、平均回収率は94%であった。

茨城県北部の温泉及び地下水について (第1報)

笹本 和博・菊池 信生・斉藤 護・高瀬 一男*・堀川 亀雄** (茨城県衛生研究所) *茨城大学教育学部, **茨城温泉開発(株)

温泉工学会誌 13(2)89~94 (1978)

高萩市、北茨城市に分布する湧水、温泉8検体を分析し、温泉、地下水の分布、化学成分等について考察し、以下の結果を得た。

- (1) 調査地域の花こう岩基盤には破碎帯が発達し、温泉、地下水が多量に賦存されている。
- (2) 温泉は、泉温、フッ素、溶存物質の項目が温泉法に適合し、ナトリウム-硫酸塩泉(芒硝泉)に分類される。自噴泉(地下水)の水質は、溶存物質が少

なく良質であるが、少量のフッ素を含有する。

- (3) 炭鉱の廃坑内は地下水で充満し、採炭跡は地下水の貯留槽となっている。坑内水はヒドロ炭酸ナトリウムを多く含有し、温泉法に適合する。
- (4) 第3紀、多賀統は、砂岩、頁岩よりなり、帯水層が発達している。水質は、溶存物質が少なく良質で、また、フッ素が検出されず、基盤水と異なる。

茨城県内のと畜場廃水の実態

菊池 信生・斉藤 護・笹本 和博・久保田京子
勝村 馨 (茨城県衛生研究所)

用水と廃水 21(4), 405~408 (1979)

茨城県内にあると畜場22カ所のなかから8施設を選び、廃水の実態調査を実施した。調査期間は、昭和

52年5月から3カ月間であった。

施設の平均廃水量は、1頭あたり0.50から1.72 m^3 の範囲にあり、平均値は0.90 m^3 である。各施設とも1日の廃水量は毎日ほとんど一定であり、その日の処理頭数に関係ない。同じ施設の1日の処理頭数は日により2倍以上の差がある。

廃水のBODは677から3,670 ppmの範囲にある。1頭あたりのBOD負荷量は1.60kgである。ただ

し、と殺のさいに血液を回収している施設（回収率30%）では、BOD負荷量は1.44kgに軽減している。溶解性BODはBODの80%であり、都市下水の比率50%より高い。そのため、と畜廃水のBOD負荷はSSの除去ではほとんど軽減できない。BOD、T-N、T- PO_4 の比率は100:14:1であるので、廃水は生物処理に適している。ヘキサン抽出物質は30から2,850 ppmの範囲にあり、平均値は306ppmである。