

# 岐阜県保健環境研究所報

第 2 号

平 成 6 年

Report of Gifu Prefectural Health  
and Environment Research Center

No. 2

1 9 9 4

岐阜県保健環境研究所

Gifu Prefectural Health and  
Environment Research Center

# 岐阜県保健環境研究所報

第 2 号

平成 6 年

Report of Gifu Prefectural Health  
and Environment Research Center

No. 2

1 9 9 4

岐阜県保健環境研究所

Gifu Prefectural Health and  
Environment Research Center

# 目 次

## 〈調査研究〉

- 岐阜県に産するキハダの分布, 栽培及び生産に関する研究 ..... 1  
坂井至通, 清水英徳, 中川 一
- 高速液体クロマトグラフィーによる尿中トリプトファン代謝物の測定 ..... 8  
今井準三, 伊藤嘉浩, 後藤喜一, 山口清次

## 〈資 料〉

- 岐阜県における健康の実態及び健康を支援する領域の水準について ..... 14  
森 洋隆, 可児敏彦
- MMRまたはおたふくかぜワクチン接種後に発生した無菌性髄膜炎について ..... 22  
三輪智恵子
- 高速液体クロマトグラフィーによる尿中クレアチニンの測定 ..... 28  
今井準三, 吉田 勲
- 表流水を水源とする水道原水中の総窒素, 総リン等の濃度について (第2報) ..... 31  
梶川正勝, 寺尾 宏, 村瀬秀也, 南部敏博, 森 仁, 加藤邦夫, 鷺見 徹
- 長良川河川水の水道水源としての水質評価について ..... 36  
森 仁, 梶川正勝, 形見武男, 加藤邦夫
- 岐阜県における樹木の活力度, 銅像の腐食状況及びそれらの周辺土壌調査 ..... 44  
角田 寛, 西川治光, 高原康光, 形見武男, 加藤邦夫
- 産業廃棄物の適正処理・処分方法に関する研究 (第2報)  
石灰系遮水型地盤安定材の開発と実験室内での評価 ..... 50  
安田 裕, 角田 寛, 渡辺憲人, 加藤布久, 光松文雄
- ゼオライト系吸着剤の開発とゴルフ場における利用の可能性に関する研究 (第3報) ..... 55  
セラミック系農薬分解剤のゴルフ場における実証試験  
野村泰之, 大江章夫, 渡辺憲人, 岩下哲志, 上村克己
- ゼオライト系吸着剤の開発とゴルフ場における利用の可能性に関する研究 (第4報) ..... 60  
農薬除去剤による農薬の藻類毒性の軽減効果  
大江章夫, 野村泰之, 渡辺憲人

## 〈他誌掲載論文〉 ..... 64

## 〈学 会 報 告〉 ..... 67

# CONTENTS

## <ORIGINAL ARTICLE>

Study on the Distribution, Plantation and Producing of Kihada Tree in Gifu Prefecture .....	1
Yoshimichi SAKAI, Hidenori SHIMIZU and Hajime NAKAGAWA	
Determination of urinary tryptophan metabolites by high performance liquid chromatography .....	8
Junzo IMAI, Yoshihiro ITO, Kiichi GOTO and Seiji YAMAGUCHI	

## <REPORT>

Evaluation of Health Level and the Level in the domain of which back up Health in Gifu Prefecture .....	14
Hirotaka MORI, Toshihiko KANI	
Aseptic Meningitis occurred after MMR or Mumps Vaccine Administration .....	22
Chieko MIWA	
Determination of Urinary Creatinine by High-Performance Liquid Chromatography .....	28
Junzo IMAI and Isao Yoshida	
Nitrogen and Phosphorus Concentrations in the Surface-Water Used Drinking Water in Gifu Prefecture (II) .....	31
Masakatsu KAJIKAWA, Hiroshi TERAOKA, Hideya MURASE, Toshihiro NANBU, Hitoshi MORI, Kunio KATO, Tooru SUMI	
Evaluation of water quality of Nagara river as the source of water supply .....	36
Hitoshi MORI, Masakatsu KAJIKAWA, Takeo KATAMI and Kunio Kato	
Reserch on Tree Activity, Corrosion of Bronze and Soil in Gifu Prefecture .....	44
Hiroshi SUMIDA, Harumistu NISHIKAWA, Yasumitsu TAKAHARA, Takeo KATAMI and Kunio KATO	
Studies on Proper Treatment and Disposal of Industrial Wastes II	
Development and Evaluation of Lime-Based Earthen Stabiliser for Shelding from Water .....	50
Yutaka YASUDA, Hiroshi SUMIDA, Norito WATANABE Nobuhisa KATO, Fumio MITUMATU	
Studies on Synthetic of Zeolite Absorbents and their Use in Golflinks III	
Removal of Pesticide in Waste Water from Golflinks by Ceramic Absorbent .....	55
Yasuyuki NOMURA, Akio OHE, Norito WATANABE, Tetsushi IWASHITA and Katsumi KAMIMURA	
Studies on Synthetic Zeolite Absorbents and their Use in Golflinks IV	
Decrease of Algal Toxicity of Pesticides by Porously Ceramic Absorbent .....	60
Akio OHE, Yasuyuki NOMURA, Norito WATANABE	
Papers and Abstracts in Other Publications .....	64
Presented Themes at Conferences and Society Meetings .....	67



岐保環研所報

Rep.Gifu H&E  
Res.Center岐阜県に産するキハダの分布，栽培及び  
生産に関する研究

坂井至通\*，清水英徳\*，中川 一\*\*

Study on the Distribution, Plantation and Producing of Kihada Tree  
in Gifu Prefecture.Yoshimichi SAKAI\*, Hidenori SHIMIZU\*  
and Hajime NAKAGAWA\*\*

## Summary

From a long time ago, a bark of Kihada tree is used widely as a medicine for the gastrointestinal disorder and for the external use of a bruise among Japanese people. Kihada tree is distributed widely mountainous district in Japan. The bark of Kihada tree is applied to a raw material in medicine, such as "陀羅尼助; Daranisuke" in Nara prefecture district, "煉熊; Nerikuma" in Simane prefecture district, and "お百草; O'hyakusou" in Gifu prefecture district.

A region around the Mt. Ontake in Gifu prefecture made use of Kihada bark as a drug during a long time and the region is raised one of the famous place of producing Kihada bark.

However, at present, an approximately 80% of raw material, which are used as the herbal medicine in Japan, is depending on an importation from China. Recently, a natural product of Kihada bark is getting little in China, therefore a crude drug to add mixing a false materials and/or a crude drug of low quality are imported.

For that reason, it becomes an important task to arrange stable supply of the herbal medicine, to evaluate the quality of crude drugs, and to investigate production of them.

As a result of fundamental investigation of Kihada tree growing in the wild under Gifu prefecture, it was shown that the plant prefers sunlight to grow hitting on a natural broadleaf tree grove, the place with having a lot of snow and a fertile slope of a deep hillside. And to observe the two experimental grove and two cultivates pure grove about 10 years ago, if a proper cultivation is put into practice, a grove of Kihada tree can be formed anywhere in Gifu prefecture.

## 要 旨

昔からキハダの樹皮は，広く日本人の間で胃腸薬，外用では打撲傷に用いられている。キハダは広く日本各地の山地に分布する。キハダの樹皮は，奈良県では"陀羅尼助；ダラニスケ"，島根県では"煉熊；ネリクマ"，岐阜県では"百草；ヒャクソウ"として薬の原料に使われる。

御嶽山周辺では，長い間薬として利用し，キハダ樹皮の生産地の1つとして有名になった。

しかし，現在日本で生薬として用いられる原料の約80%が中国からの輸入に依っている。最近，中国では天然品は少なくなり，生薬に偽和物が混入され，低品質の生薬が輸入されている。

\* 岐阜県保健環境研究所：500 岐阜市野一色4丁目6番3号

\* Gifu Prefectural Health and Environment Research Center:6-3, Noishiki 4chome, Gifu 500, Japan

\*\* 岐阜県林業センター：501-37 岐阜県美濃市曾代1128-1

\*\* Gifu Prefectural Forestry Center : 1128-1, Sodai, Mino city, Gifu 501-37, Japan

そのため、生薬の安定供給の確保、品質評価、生産調査は、重要な課題となっている。

岐阜県下の野生キハダの基礎的調査の結果、キハダは、天然広葉樹林に適して成長するのに、日光や、積雪が深く肥沃な土壌の斜面を好むことが示された。また、約10年栽培した一斉林2箇所と試験林2箇所を観察した結果、正しい栽培が行なわれるなら、キハダの純林は岐阜県のどこでも形成させる事が可能であった。

### はじめに

現在、漢方薬の原料となる生薬の約80%は中国からの輸入に依っている。近年、原産地の中国でも天然品が少なくなり、低品質の生薬や偽和物を混入した生薬が輸入されることがある。そのため、漢方薬の有効性や安全性を確保する上で、原料となる生薬の安定した確保とその品質評価は重要な課題となっている。

キハダは、東アジア北部の山地に分布し、日本各地の山地に自生する樹木である。古来よりキハダは、奈良大和地方では「陀羅尼助；ダラニスケ」、山陰地方では「煉熊；ネリクマ」、飛騨や信州では「百草；ヒヤクソウ」の原料として使用され、苦味健胃薬、整腸薬などの内服薬や打撲症の外用薬として民間で広く利用されてきた。

現在、局方<sup>1)</sup>にはオウバク（黄柏）が、「キハダ *Phellodendron amurense* Ruprecht 又はその他同属植物 (*Rutaceae*) の周皮を除いた樹皮である。」と記載され、6局からオウバクエキスと共に用いられている。漢方210処方<sup>2)</sup>では、健胃消化薬、止瀉整腸薬、強壮薬とみなされる処方に出現頻度が高く（出現頻度5.1%）、一般用医薬品でも多くの製剤に配合される重要生薬のひとつである。

全国5位の森林面積を持つ岐阜県は、生薬の中でも樹木の皮、葉や実を利用した生薬の生産に適していると思われるが、これまで、薬木の分布や賦存量を調査した報告はほとんど見られない。林業においては建築用、パルプ原料など木材資源としての樹木が重要視され、スギ、ヒノキなどの針葉樹の植林が奨励されてきた一方で、広葉樹林が減少し、天然のキハダも少なくなっているといわれる。現在、岐阜県でも広葉樹の植林計画が進められているが、キハダを始めとする薬木の栽培はまだ研究段階<sup>3,4)</sup>であり、造林、育林などの実態は明らかでない。そこで、岐阜県に自生あるいは試験的に栽培されるキハダについて実態を把握し、安定供給とその品質確保のための基礎的な調査を行なった

ので報告する。

### 調査方法

#### 1. 天然林におけるキハダの調査

岐阜県の山間部に自生するキハダの分布調査には、岐阜県林政部林業振興課（以下林業振興課）が1981年より1985年度に実施した広葉樹賦存状況調査<sup>5)</sup>を参考にした。

調査対象森林面積は、国有林を除いた民有林の87万haで、広葉樹林（広葉樹の林積が75%以上）及び針広混交林で行われ、キハダは資源量が明らかになっている広葉樹のひとつとして調査された（表1）。また、岐阜県全体は、主要5河川を基本に森林計画区に分けられ<sup>6)</sup>、それぞれは長良川森林計画区が219林分、揖斐川森林計画区が260林分、木曾川森林計画区が110林分、飛騨川森林計画区が220林分、及び宮庄川森林計画区が290林分で合計1103林分が標本調査された。これらの林分のほぼ中央を調査区として調査した。調査区の面積は、調査区にある樹木の最大胸高直径の大きさにより決めた（表2）。

調査項目は、胸高直径4 cm以上の立木の胸高直径、

表1 調査対象樹木名

有用広葉樹		非有用広葉樹	針葉樹
ブナ	ケヤキ	ケンボナシ	アカマツ
イヌブナ	カツラ	ソヨブ	スギ
コナラ	シナノキ	リョウブ	ヒノキ
ミズナラ	トチノキ	マンサク	カラマツ
クリ	クルミ類	エゴノキ	モミ
アベマキ	カエデ類	シロモジ	その他
クヌギ	シイ類	アオハダ	
カン類	ミズキ	タムシバ*	
カンバ類	キハダ*	シデ類	
サクラ類	トリネコ類	その他	
ハンノキ類	ドロノキ		
ホオノキ*			

\*薬木となる樹木

樹高、樹種及び標高、土壌型<sup>7)</sup>、斜面方位、斜面位置、斜面形状、傾斜角、林齢、積雪深などの立地環境であった。

業事日報<sup>9)</sup>および岐阜県衛生環境部薬務水道課（以下薬務水道課）の資料<sup>10)</sup>を参考にした。

表2 試験区の大きさ

林小班の最大胸高直径*	調査面積
4~16cm	0.02ha
18~34cm	0.04ha
36cm~	0.10ha

\* 2 cm間隔

### 2. 人工林のキハダ調査

植林や試験栽培されたキハダは、1992年から1994年に、エーザイ株式会社川島工園薬草園、岐阜県林業センター内実験林、郡上郡大和町上剣及び郡上郡和良村方須で調査した。

### 3. オウバク生産の調査

オウバクの実産動態は、薬用作物(生薬)関係資料<sup>9)</sup>、

### 結果及び考察

#### 1. 自生キハダの分布

岐阜県の林産資源調査のひとつに広葉樹賦存状況調査が報告されている<sup>9)</sup>。この報告ではキハダが有用広葉樹のひとつとして調査されているが、目的は家具材、パルプチップ等の木材資源としての調査であり、生薬資源としての実態を明らかにしたものではない。そこで、広葉樹賦存状況調査の中からキハダに関する部分を抽出し、その調査結果を表3にまとめた。

キハダは、標高400から1210mの20林分で調査され、肥沃な土壌で、傾斜角の大きい山腹の斜面に自生しているのが観察された。斜面方位には関係なく、多雪地域の広葉樹林で見られるのが特徴となっている。宮庄川、長良川及び揖斐川森林計画区にキハダが多かった。

表3 キハダが調査された調査区の地形、土地、積雪及び林相の調査結果

林分	調査地点とその標高				土質		立地環境				積雪		林相	
	調査地	標高	森林計画区	役場標高	土壌型*	斜面形状	局所地形	斜面位置	傾斜	斜面方位	積雪深	林齢	林相	
1	金山町	430m	飛騨川	230m	BD(d)	—**	—**	—**	40°	西	0-1.0m	51年	広葉樹林	
2	坂内村	530	揖斐川	300	BD(d)	平衡斜面	山頂急斜面	尾根(上)	37	西	1.5-2.5	19	広葉樹林	
3	藤橋村	460	揖斐川	300	BE	平衡斜面	山腹平衡斜	山腹(中)	40	東	2.5以上	34	広葉樹林	
4	藤橋村	560	揖斐川	300	BD	平衡斜面	山腹平衡斜	山腹(中)	34	北	1.5-2.5	38	広葉樹林	
5	藤橋村	570	揖斐川	300	BD	下降斜面	山腹凸斜面	谷(上)	34	北	1.5-2.5	109	広葉樹林	
6	藤橋村	500	揖斐川	300	BD(d)	平衡斜面	山腹平衡斜	山腹(下)	25	北	0-1.0	35	広葉樹林	
7	丹生川村	1130	宮庄川	630	BD	平坦地形	山腹凹斜面	山腹(下)	5	東	1.0-1.5	30	広葉樹林	
8	荘川村	910	宮庄川	820	BD	平坦地形	山脚堆積面	谷(下)	2	西	1.5-2.5	60	広葉樹林	
9	白川村	820	宮庄川	500	BD	平衡斜面	山腹凹斜面	山腹(中)	45	東	1.5-2.5	32	広葉樹林	
10	河合村	910	宮庄川	420	BD(d)	複合斜面	山腹平衡斜	山腹(上)	37	東	1.5-2.5	94	広葉樹林	
11	河合村	840	宮庄川	420	BD	複合斜面	山腹凹斜面	山腹(下)	43	北	1.5-2.5	30	広葉樹林	
12	河合村	1150	宮庄川	420	BD	上昇斜面	山腹平衡斜	山腹(中)	28	南	2.5以上	47	広葉樹林	
13	宮川村	1040	宮庄川	420	BD(d)	平衡斜面	山腹平衡斜	山腹(中)	30	南	1.5-2.5	34	広葉樹林	
14	神岡町	400	宮庄川	420	BD	平衡斜面	山腹平衡斜	山腹(中)	40	東	1.5-2.5	64	広葉樹林	
15	板取村	820	長良川	300	BD	平衡斜面	山腹平衡斜	山腹(下)	39	西	1.0-1.5	80	広葉樹林	
16	板取村	970	長良川	300	BD	平衡斜面	山頂緩斜面	尾根(上)	12	南	1.5-2.5	120	広葉樹林	
17	板取村	960	長良川	300	BD(d)	上昇斜面	山腹凸斜面	山腹(中)	20	東	1.0-1.5	21	広葉樹林	
18	白鳥町	1210	長良川	390	BD	平衡斜面	山腹凸斜面	山腹(中)	25	南	2.5以上	174	広葉樹林	
19	明宝村	970	長良川	460	その他	平衡斜面	山脚堆積面	谷(上)	4	西	1.0-1.5	39	広葉樹林	
20	明宝村	780	長良川	460	BD(d)	平衡斜面	山腹凹斜面	山腹(中)	20	南	1.0-1.5	29	広葉樹林	

キハダ自生地の評価

①調査林分	②標高範囲	③森林計画区	④土壌型	⑤斜面形状	⑥局所地形	⑦斜面位置	⑧傾斜角	⑨方位	⑩積雪	⑪樹齢範囲
20/1103林分 (1.8%)	400-1210m	宮庄川(8)	BD(d)(7)	上昇斜面(2)	山頂斜面(2)	尾根(2)	-10°(3)	北(4)	0-1.0m(2)	19-174年
	③平均標高 798m	長良川(6)	BD(11)	平衡斜面(15)	山腹斜面(15)	山腹(14)	11-20(3)	東(6)	1.0-1.5(10)	⑬平均林齢 57年
		揖斐川(5)	BE(1)	下降斜面(1)	山脚堆積面(2)	谷(3)	21-30(3)	南(5)	1.5-2.5(5)	⑭林相
		飛騨川(1)	その他(1)	複合斜面(2)			31-40(9)	西(5)	2.5m以上(3)	広葉樹林

\*BD: 適潤性褐色森林土 BD(d): BDの偏乾亜型 BE: 弱湿性褐色森林土 \*\* : データ欠損

また、調査区内の材積（立木の胸高直径と樹高から算出）から総材積量を試算し、天然及び人工林における広葉樹と針葉樹の比率を河川系別に分けて図1に示した。人工林における広葉樹林はいずれも0.1%を満たしていなかった。宮庄川と揖斐川森林計画区は天然林の広葉樹林の比率が高いことが認められ、これは、両森林計画区でキハダが良く調査された事と関連していると考えられる。

1103調査林分のうちキハダが調査された20林分を市町村別に集計し、その林分数を地図上に示した（図2）。揖斐川、長良川及び宮庄川森林計画区の比較的標高の高い場所にキハダが見られ、業務水道課が1993年度に実施した薬草ウォッチング事業報告<sup>11)</sup>（薬草ウォッチング）とほぼ同様の傾向が得られた。

一方、木曾川森林計画区ではキハダが調査されてい

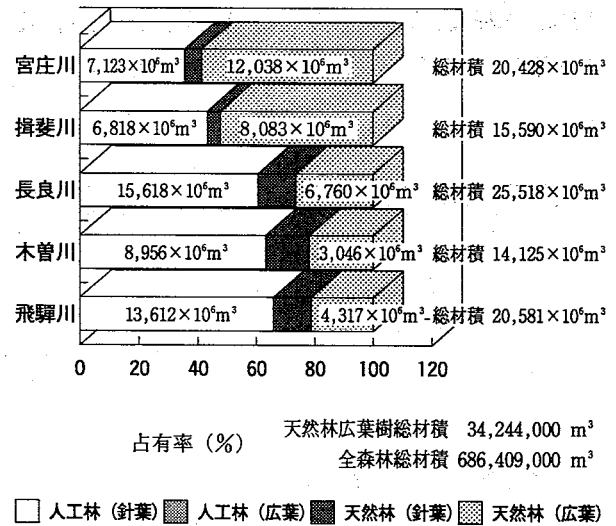


図1 天然及び人工林における針葉樹と広葉樹の材積占有率

- 凡 例
- 1 林分市町村
  - 2 林分市町村
  - 3 林分市町村
  - 4 林分市町村
  - 薬草ウォッチング観察市町村

- 一斉林 A地点(A), B地点(B)
- 試験林 C地点(C), D地点(D)

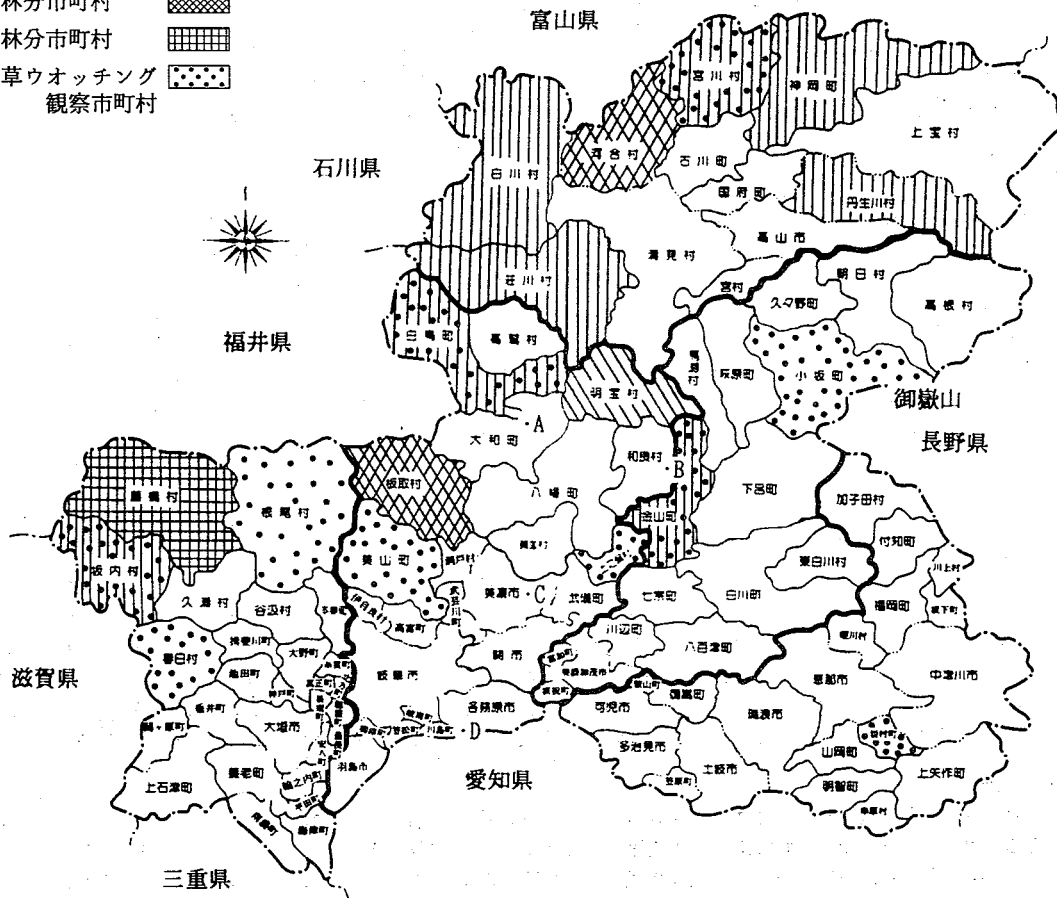


図2 市町村別キハダ生育調査



ないにもかかわらず、薬草ウォッチングでは、岩村での観察が報告されている。これは、林業振興課による調査では、抽出した調査区内にキハダが観察されなかったのであって、木曽川森林計画区に存在しない事を意味するのではない。

キハダは日光を必要とする陽樹であり、このような樹種は純林を形成する可能性はほとんど無い。また、キハダは肥沃な土壌を好み孤立木となるため、調査区におけるキハダの材積率は一般に低くなる。広葉樹の総材積量に対するキハダの各胸高直径毎の材積率を森林計画区別に、図3に示した。いずれの森林計画区でも胸高直径が36cm以上のキハダは認められず、広葉樹林全体では18-34cm(4-6cm;41.8%, 18-34cm;45.0%, 36cm-;13.2%)の樹木が主であるが、キハダは4-16cmが優位(4-16cm;64.7%, 18-34cm;35.3%)になっていた。また、長良川森林計画区のほうが揖斐川や飛騨川森林計画区よりキハダを観測した地点が多いにもかかわらず、キハダ材積率が低いのは、キハダの材積量比(飛騨川;5344m<sup>3</sup>/長良川;2775m<sup>3</sup>)

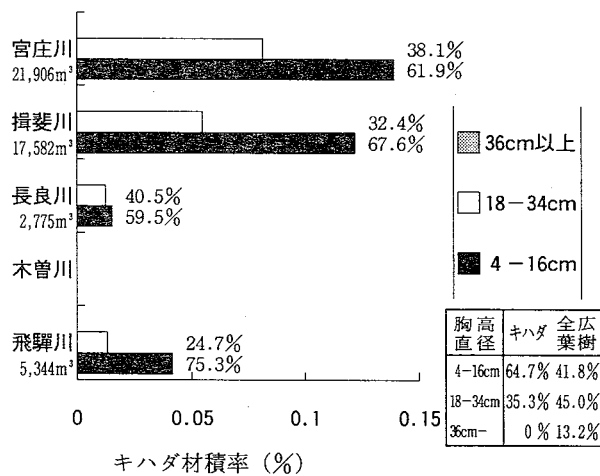


図3 広葉樹総材積に対するキハダの材積率

が広葉樹林材積量比(飛騨川;4317X10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>/長良川;6760X10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>)と反対になっているためと考えられる。しかし、いずれの場合も、キハダは孤立して点在するため、自生のキハダを見付けにくい大きな要因となっている。

## 2. オウバクの生産

キハダは、古来より、奈良県は大峰山(陀羅尼助)、山陰地方は大山(煉熊)、飛騨及び信州は御嶽山(お百草)などの山岳信仰と深く関わりながら、キハダの樹皮(オウバク)から得られる水製エキスを胃腸薬などに配合し民間薬として売薬されてきた。

岐阜県の林業家は、福井、富山や大阪の生薬採取業者に依頼されてオウバクを採取してきた。岐阜県におけるキハダ栽培調査は、日本特殊農産物協会の調査と薬務水道課の薬草栽培(採取)状況実態調査<sup>9)</sup>を合わせて表4に示した。1988年以降、岐阜県ではキハダの栽培は報告されていないが、これは栽培による生産をしていないためで、薬務水道課の調査では生産が野生品の採取によっていることを示している。しかし、その生産量は年々減少している。

日本におけるキハダの栽培実績を表5に示した。1985年以降1992年まで、栽培戸数、栽培面積、収穫面積に大きな変動を認めないが、1989年以後の収穫面積が増加したにもかかわらず、オウバク収穫率は大きく減少し、生産量は半減していた。そこで、表6に示した輸出入量から見ると、1990年以降には国内生産分にもおよぶオウバクの輸入(1989年度より約150トン増加)が認められ、その一方で、国内生産量(年間約100トン)、生産者価格(およそ700~800円/kg)、及び市場価格(3000円/kg)がほぼ安定していた。このことから、輸入品の増加に伴って、国内産のオウバクは

表4 岐阜県におけるキハダの栽培及び野生品採取量調査

年度	戸数 <sup>1)</sup>	栽培面積 <sup>1)</sup>	収穫面積 <sup>1)</sup>	収穫率 <sup>1)</sup>	生産量 <sup>1)</sup>	野生品採取量 <sup>2)</sup>
1985	3	20a	5a	300kg/10a	150kg	-
1986	1	5	0	0	0	-
1987	1	10	0	0	0	-
1988	-	-	-	-	-	-
1989	-	205(20 <sup>2)</sup> )	-	0	226	5,326kg <sup>2)</sup>
1990	-	-(10 <sup>2)</sup> )	-	-	-	1,279 <sup>2)</sup>
1991	-	-(50 <sup>2)</sup> )	-	-	-	1,705 <sup>2)</sup>
1992	-	-(50 <sup>2)</sup> )	-	-	-	844 <sup>2)</sup>

1) 日本特殊農産物協会調査 2) 岐阜県衛生環境部薬務水道課調査

安定した価格を維持しつつ生産量が減少したものと考  
えられた。

また、1992年におけるキハダの国内生産は、日本生  
薬連合会の調査では年間100トンが報告されているが、  
日本特殊農産物協会の調査ではおよそ30トンであり大  
きく異なっている。これは、生産者と製造業者間の流

通、在庫などによる集計差とも思われるが、詳しい報  
告書を手に入できなかったため、要因については解析で  
きなかった。

### 3. キハダの試験栽培

キハダ栽培の調査結果を表7に示した。2箇所（郡  
上郡のA地点、B地点）は、同時期、同一苗、同一者

表5 日本におけるキハダの栽培状況

年度	戸数 <sup>1)</sup>	栽培面積 <sup>1)</sup>	収穫面積 <sup>1)</sup>	収穫率 <sup>1)</sup>	生産量 <sup>1)</sup>
1985	822	27,147a	1,570a	140kg/10a	22,050kg
1986	934	26,929	628	607	44,622
1987	794	28,210	1,280	658	84,175
1988	1,094	28,080	1,276	694	88,614
1989	991	23,518	392	1,740	68,218
1990	1,062	17,561	667	853	56,913
1991	1,054	16,666	1,010	309	31,242
1992	1,093	19,298	1,145	303	34,740

1) 日本特殊農産物協会調査

表6 オウバクの輸出入量及び取引価格調査

年度	輸 出 入 量 <sup>1)</sup>			生産者価格 <sup>2)</sup>	市 場 価 格 <sup>3)</sup>	
	輸出量	輸入量	国内生産量		東京	大阪
1985	— <sup>4)</sup>	— <sup>4)</sup>	— <sup>4)</sup>	500—1000円/kg	— <sup>4)</sup>	— <sup>4)</sup>
1986	0	290,000kg	110,000kg	650—5000	— <sup>4)</sup>	— <sup>4)</sup>
1987	0	350,000	105,000	300—800	3,000円/kg	3,000円/kg
1988	0	350,000	100,000	679	3,000	3,000
1989	0	350,000	100,000	700—1000	3,000	3,000
1990	0	500,000	100,000	711	3,000	3,000
1991	0	450,000	100,000	812	3,000	3,000
1992	0	450,000	100,000	824	3,000	3,000
1993	— <sup>4)</sup>	— <sup>4)</sup>	— <sup>4)</sup>	— <sup>4)</sup>	3,000	3,000

1)：日本生薬連合会調査 2)：日本特殊農産物協会調査 3)：薬事日報社調査 4)：未入手データ

表7 キハダ栽培および見本園における調査結果

場 所	調査日	標 高	栽培面積	林相*	栽培本数	樹 齢	胸高直径	周囲長さ
A地点 郡上郡大和町	1994.8.4.	320m (270m)**	約450m <sup>2</sup> (15mX30m) 斜 面	キハダ林	約80本	約10年	6.4±1.1cm (n=5)	21.6±3.5cm (n=5)
B地点 郡上郡和良村方須	1993.8.4.	360m (380m)**	約980m <sup>2</sup> (14mX70m) 平 面	キハダ林	113本	約10年	8.5±0.7cm (n=5)	27.1±2.3cm (n=5)
C地点 美濃市曾代 (岐阜県林業センター)	1994.8.3.	120m (80m)**	約375m <sup>2</sup> (15mX25m) 斜 面	広葉樹林	16本	約10年	12.7±2.7cm (n=5)	45.6±11.7cm (n=5)
D地点 羽島郡川島町 (株エーザイ川島工園)	1993.6.29.	20m (20m)**	約375m <sup>2</sup> (15mX25m) 平 面	広葉樹林	12本	約30年	22.4±2.7cm (n=2)	70.3±8.3cm (n=2)

\*：キハダの純林と他の樹木との混交を区別した \*\*：役場の標高

による植林で、両地点を比較すると、A地点は日当たりのあまりよくない斜面で栽培され、B地点は河川沿いの日当たりの良い平地で、両者共10年ほど栽培管理された。人工的に管理すれば純林を形成する事が確認できたが、胸高直径を比べると、B地点の方が大きく、栽培地の土質、立地環境が重要であることがわかる。また、岐阜県の南部に位置するD地点は、木曾川河川の中州にあり、日当たりの良い平地であった。胸高直径も約22cmに達し、天然林でキハダを植林するより、肥沃な日当たりの良い平地など条件の良い場所で管理する方が、栽培は良好なことがわかった。

### ま と め

岐阜県では御嶽山信仰とともにキハダが長い間利用されてきた。しかし、中国などからの輸入が増加するとともに栽培による収穫が少なくなり、野生品採取による生産で補われてきたが、その生産量も年々減少している。

岐阜県下のキハダ自生調査で、キハダが天然広葉樹林に生育する日当たりを好む植物であり、雪が深い山腹の肥沃な平衡斜面で育つことが示された。また、約10年栽培した純林2箇所と試験林2箇所を調査した結果では、肥沃地、日当たり、間伐等の栽培管理を行えばキハダの純林を形成させることが可能であった。

一方、キハダの栽培が可能であっても、生薬市場への提供は価格の面で輸入品に比べて不利と思われる。生薬の市場性は、価格と共に品質が重要視されるため、樹木の大きさと樹皮の収穫量との関係や、天然林と人工林でのキハダ育成など品質面からもさらに調査する必要がある。

### 謝 辞

キハダを栽培してこられ本調査にご協力いただいた、郡上広域行政組合事務局河合好男氏並びに和田清氏、

郡上郡和良村田口甲子男氏、郡上郡大和町河合常治氏、(株)エーザイ内藤記念くすり博物館逸見誠三郎氏の皆様に厚くお礼申し上げます。また、ご指導いただいた岐阜県林業センター育林研究部中村基部長、本研究所生活科学部今井準三部長並びに井口恒男所長に深謝いたします。

### 参 考 文 献

- 1) 日本公定書協会編：第12改正日本薬局方解説書，D714-D721，広川書店，1991
- 2) 原田正敏編集：210処方漢方薬物治療学，広川書店，1985
- 3) 向井譲，横山敏孝：キハダのタネの発芽に対する冷湿処理の効果，日林誌，67(3)，103-104，1985
- 4) 橋詰隼人，黄榮鳳，山本福壽，河本忍，西原秀昭：キハダの育種に関する基礎的研究(I)－樹皮の厚さとベルベリン含有率の変異－，日林関西支論，1，247-250，1992
- 5) 中川一：岐阜県の民有広葉樹林について，岐阜県林業センター研究報告，17号，1-41，1989
- 6) 岐阜県林政部：岐阜県の森林立地－立地環境に基づく施業技術体系，190，1988
- 7) 高井康雄，早瀬達郎，熊沢喜久雄編：植物栄養・土壌・肥料大事典，971-980，養賢社，1976
- 8) 財団法人日本特殊農産物協会編：薬用作物(生薬)関係資料，平成元年－平成6年，日本特殊農産物協会
- 9) 薬事日報社：生薬相場，薬事日報新聞，1987年－1993年，薬事日報
- 10) 岐阜県衛生環境部薬務水道課：薬草栽培(採取)状況実態調査，平成元年－平成4年度
- 11) 岐阜県衛生環境部編：岐阜県の薬草ウォッチング，p70，1992

岐保環研所報

Rep. Gifu H&E  
Res. Center

# 高速液体クロマトグラフィーによる尿中 トリプトファン代謝物の測定

今井 準三\*, 伊藤 嘉浩\*, 後藤 喜一\*<sup>1)</sup>,  
山口 清次\*\*<sup>2)</sup>

## Determination of Urinary Tryptophan Metabolites by High-Performance Liquid Chromatography

Junzo IMAI, Yoshihiro ITO, Kiichi GOTO  
and Seiji YAMAGUCHI

### Summary

We developed a simple and sensitive assay for urinary tryptophan metabolites, xanthurenic acid (XA), 3-hydroxykynurenine (HKyn), kynurenine (Kyn), kynurenic acid (KA) and 5-hydroxyindoleacetic acid (5-HIAA), by high performance liquid chromatography (HPLC) with electrochemical detection (Ag-AgCl, 0.8V) for XA, HKyn, 5-HIAA, with fluorescence detection (excitation at 300nm; emission at 380nm) for KA and with ultraviolet detection at 254nm for Kyn. Urine samples were diluted ten-fold with 0.03M potassium dihydrogen phosphate (pH3) and applied to an octadecylsilane-bonded column (Nucleosil 5C<sub>18</sub>, 150×4mm I.D.). Mobile phase used was a mixture of 0.03M potassium dihydrogen phosphate (pH3) and acetonitril (1000:70, v/v) containing 5mM sodium octane sulfonate and 0.1mM EDTA-2Na. The five components were completely resolved and the sensitivity for XA, HKyn, 5-HIAA and KA was enough to detect the normal levels. The sensitivity for Kyn, however, was not so high that it seemed to be insufficient to know normal values. The method was applied to urine samples from patients with a deficiency in tryptophan metabolism, xanthurenic acid/3-hydroxykynurenineuria, and showed a striking elevation in XA and HKyn and a moderate elevation in Kyn excretion.

### 要 旨

高速液体クロマトグラフィーによる尿中トリプトファン代謝物の簡易分析法を設定した。カラムは Nucleosil 5C<sub>18</sub> (4×150mm), 溶離液には 0.03M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH 3), 5mM オクタンスルホン酸, 0.1 mM EDTA 二ナトリウム含有を用いた。検出はキサントレン酸 (XA), 3-ヒドロキシキノレニン (HKyn), 5-ヒドロキシインドール酢酸 (5HIAA) は電気化学検出器, キヌレン酸 (KA) は蛍光検出器 (励起波長300nm, 蛍光波長380nm), キヌレニン (Kyn) は紫外検出器 (254nm) によった。これら5成分は完全に分離し, 感度もKynを除いては正常レベルを把握するのに十分であった。この方法を実際の尿に応用したところ, トリプトファン代謝異常症の一種であるXA/HKyn尿症患者ではXA, HKynの著しい排泄増, Kynの増加が認められた。

\* 岐阜県保健環境研究所: 500 岐阜市野一色4丁目6番3号

\* Gifu Prefectural Health and Environment Research Center: 6-3, Noishiki 4chome, Gifu 500, Japan

\*\* 岐阜大学医学部小児科: 岐阜市司町40

\*\* Department of Pediatrics, Gifu University School of Medicine: Tsukasa-machi 40, Gifu 500, Japan

1) 現(株)岡田産業技術研究所: 羽島郡岐南町伏屋8-178

1) present address, Department of Research and Technology for Water Treatment, Okada Sangyo Co.: Fuseya 8-178, Ginan-cho 501-61, Japan

2) 現島根医科大学小児科: 島根県出雲市塩冶89-1

2) present address, Department of Pediatrics, Shimane Medical University: En-ya 89-1, Izumo 693, Japan

## はじめに

トリプトファンは必須アミノ酸であり、その代謝はいわゆるキヌレニン経路(図1)でキヌレニン(Kyn), 3-ヒドロキシキヌレニン(HKyn), 3-ヒドロキシアントラニル酸(HAA), キノリン酸(QA)を経てニコチン酸さらにはNADへと進み、内因性ニコチン酸生成の唯一の起源物質と考えられている<sup>1)</sup>生理学的, 栄養学的にも重要なアミノ酸である。また, セロトニンは神経伝達物質と考えられており, 5-ヒドロキシインドール酢酸(5-HIAA)として尿中に排泄される。QAは脳神経細胞に対する興奮毒性が知られており, キヌレン酸(KA)はQAに拮抗的に働くと考えられている<sup>2)</sup>。キサンツレン酸(XA)には糖尿病との関連<sup>3)</sup>が, HKyn, XAはキサンツレン酸8メチルエーテル(XA-OMe)とともに膀胱癌患者尿中に高い排泄がみられ<sup>4-5)</sup>, また動物実験では発癌性<sup>6)</sup>が疑われているというように, トリプトファン代謝物は多彩な作用を表している。生理学的, 栄養学的, 毒性学的見地からこれらトリプトファン代謝物の生体中濃度を簡便に測定する方法の確立は意義のあることと思われる。著者らは高速液体クロマトグラフ(HPLC)によるこれら代謝物の測定法を検討しており, 今までに尿中HAA<sup>7)</sup>, XA-OMe<sup>8)</sup>の測定方法について報告した。今回は, 尿中XA, Kyn, HKyn, 5-HIAA, KAの測定法について検討したので報告する。

## 材料および方法

## 1. 試薬

XA, Kyn, HKyn, KA, 5-HIAA, バニルマンデル酸(VMA), ホモバニリン酸(HVA), バニル乳酸(VLA)はsigma社製, クレアチニン(Cre)は和光純薬製, オクタンスルホン酸ナトリウム(NaOSA)はナカライ製, その他は試薬特級を使用した。

## 2. 測定法

尿は一時尿を試験管に分注し分析時まで $-25^{\circ}\text{C}$ に保存した。分析時水中で解凍し, その0.5mlをとり0.03M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (pH3) 4.5mlを加え良く混合し, メンブランフィルター(東洋アドバンテック,  $0.45\mu\text{m}$ )でろ過した。ろ液5 $\mu\text{l}$ (Kynは10 $\mu\text{l}$ )について以下の条件でHPLCによって測定した。別にXA, HKyn, 5-HIAA, KA, HKynの各100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 溶液(0.03M

$\text{KH}_2\text{PO}_4$ (pH7)を冷凍保存し, 用時0.03M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (pH3)でそれぞれ2.5, 5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (Kynは5, 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )に希釈し標準液として同様に測定した。得られたピーク面積により尿中含量を算出し, クレアチニン補正值<sup>9)</sup>を求めた。

HPLCはポンプは日立655A-11, 脱気装置は昭和電工KF-11, カラムオーブンは日立655A-52, オートインジェクターは日本分光851-ASを使用した。カラムはNucleosil 5C<sub>18</sub>(4 $\times$ 150mm), 溶離液は5mM NaOSA, 0.1mM EDTAを含む0.03M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ (pH3):アセトニトリル(1000+70)を用い,  $40^{\circ}\text{C}$ , 流速0.7ml/min(Kynは1.0ml/min)で操作した。検出器は電気化学検出器(島津ECD-6AD, Ag-AgCl, 0.8V), 紫外検出器(島津SPD-6AV, UV<sub>254</sub>)および蛍光検出器(日立F-1000, Ex300nm, Em380nm), データ処理装置は日立D-2000を使用した。

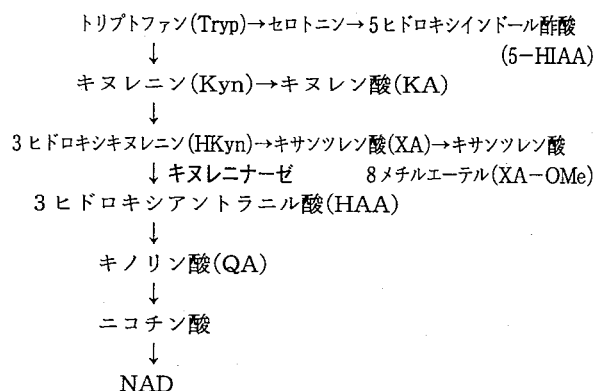


図1 トリプトファン代謝

## 結 果

## 1. 移動相組成の検討

移動相中のアセトニトリル量とトリプトファン代謝物の分離性を検討した。その結果, 0.03M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (pH3) 1000mlに対しアセトニトリル70mlが適当であった。(図2)

## 2. 電気化学検出器加電圧と面積値

トリプトファン代謝物のうち, XA, HKyn, 5-HIAAは酸化を受け易い構造であることからECD検出器により測定可能である。これら化合物の標準液を用いて, ECD加電圧を変化させピーク面積値の変化を調べた。カテコールアミン代謝物であるVMA, HVAについても同様に調べた(図3)。



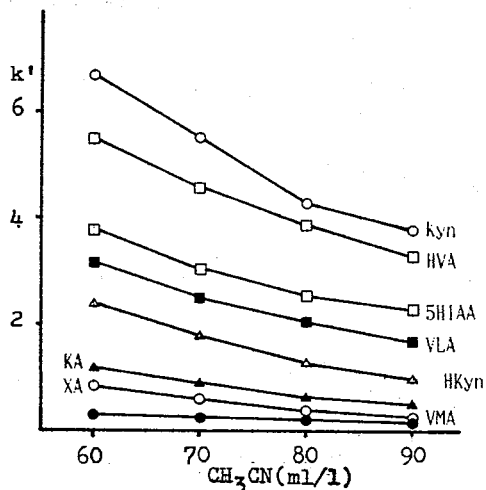


図2 移動相組成

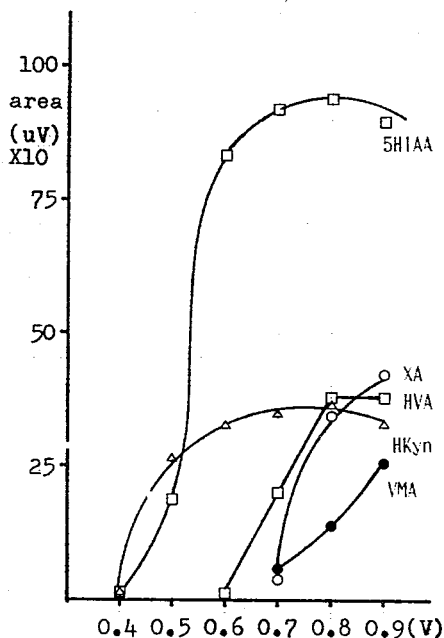


図3 加電圧とピーク面積

いずれも電圧とともに面積値が上昇したが、あまり電圧を上げることは、尿中の他成分の感度を上昇させることになるので、0.8Vを選定した。なお、NaOSAはまったく影響を及ぼさなかった。

3. 検量線

XA, HKyn, 5-HIAAはECDで, KynはUV<sub>254</sub>で, KAは蛍光 (Ex300nm, Em380nm) 検出器を用いて検量線を求めた. XAは5 $\mu$ g/ml, 3HKynは15 $\mu$ g/ml, 5-HIAAは10 $\mu$ g/ml, Kynは100 $\mu$ g/ml, KAは40 $\mu$ g/mlまで十分な直線性を示した (図4). 検出限界はXA, HKyn, KAは $1 \times 10^{-14}$ mol, 5-HIAAは $6 \times 10^{-15}$ mol, Kynは $2 \times 10^{-13}$ molであった (S/N=5).

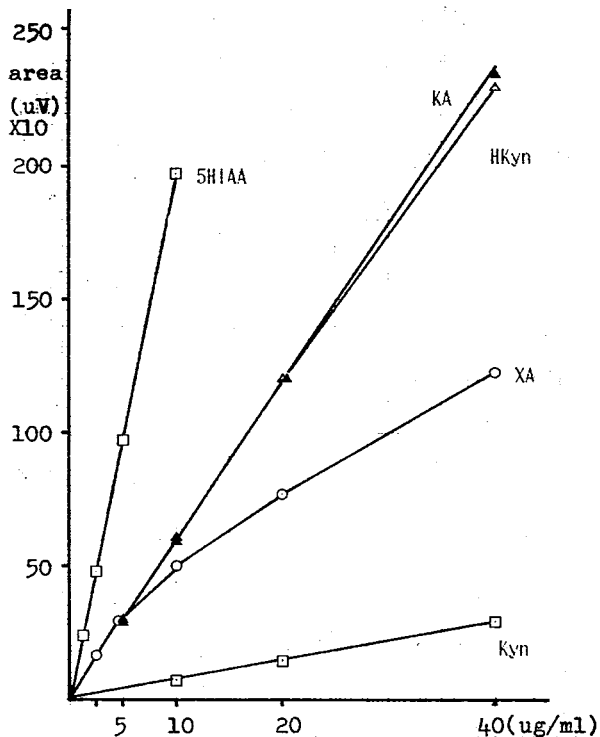


図4 検量線

4. 添加回収実験

各化合物をプール尿に添加し、測定したところ、いずれも96~106%の回収率が得られた (表1).

5. 尿中排泄量の測定

健常児12名, XA/HKyn尿症患者3名の尿中排泄量を測定したところ, XA, HKyn, 5-HIAA, KAはこれらの方法で十分測定可能であったが, Kynは正常値把握には感度不十分であった. 患者では, XA, HKynの著増, Kynの増加が認められた (表2).

表1 XA, HKyn, KA, Kyn, 5-HIAAの添加回収実験

Added	n	XA	HKyn	5-HIAA	KA	Kyn
2.5 $\mu$ g	3	96.66 $\pm$ 2.56	99.13 $\pm$ 3.17	97.71 $\pm$ 2.82	96.39 $\pm$ 3.72	96.09 $\pm$ 3.95
5.0	3	100.49 $\pm$ 2.68	106.25 $\pm$ 2.82	104.38 $\pm$ 2.58	101.57 $\pm$ 2.27	101.26 $\pm$ 1.94
10.0	3	97.57 $\pm$ 1.07	100.12 $\pm$ 3.36	101.10 $\pm$ 3.98	98.82 $\pm$ 1.39	98.70 $\pm$ 1.74
Total	9	98.24 $\pm$ 2.59	101.83 $\pm$ 4.30	101.06 $\pm$ 4.00	98.94 $\pm$ 3.21	98.68 $\pm$ 3.25

XA, 3-OHKyn, 5-HIAAは2.5, 5, 10 $\mu$ g, KA, Kynは5, 10, 20 $\mu$ gを1/10希釈プール尿1mlに添加した.

表 2 3 症例尿の測定成績

	dip <sup>1</sup>	dip <sup>2</sup>	Cre	VMA	HVA	XA	HKyn	Kyn	KA	5-HIAA
症例 1	>30	>30	0.982	15.9	18.4	111	618	30.5	4.1	18.6
症例 2	>30	>30	0.358	10.6	19.0	40.6	488	17.7	1	11.4
症例 3	>30	>30	0.122	11.8	16.8	148	553	19.6	7.0	16.8
正常児	—	—	0.3569	10.98	13.93	2.47	3.58	4.65	7.08	14.46
			0.2033	4.21	3.76	1.44	3.43	3.17	10.30	15.80

<sup>1</sup>; 一次検査, <sup>2</sup>; 二次検査, Cre; mg/ml, VMA, HVA, XA, HKyn, Kyn, KA, 5-HIAA;  $\mu\text{g}/\text{mgCre}$ , 正常児; 12名の平均値(上段), 標準偏差(下段)

代表的なクロマトグラム例を図5に示した。この方法ではVMAはフロントピークに重なり測定できなかつたので、表2には非イオンペアHPLC<sup>10)</sup>で測定した成績を示した。

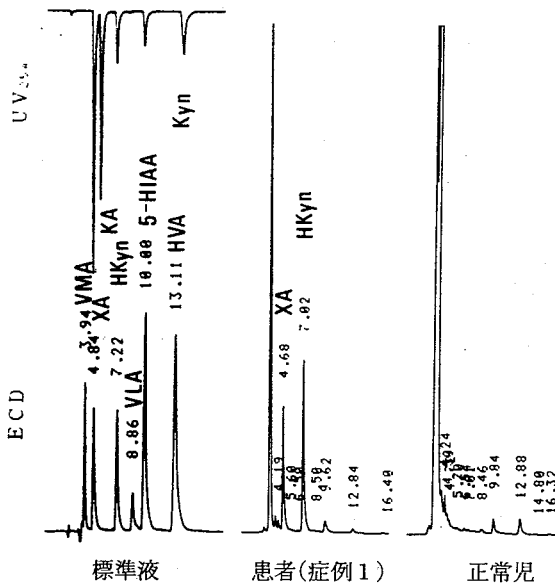


図5 標準液および患者尿(症例1)のクロマトグラム(標準液: ECDおよびUV<sub>254</sub>, 尿: ECD)

考 察

トリプトファン代謝物の測定法としてはすでに多くの報告があり、最近HPLCによる方法が多い。XA, HKyn, 5-HIAAはECD検出器を用いる報告が多く<sup>11-13)</sup>, KAは蛍光検出器が一般的であり、溶離液に酢酸亜鉛を添加すると感度が上昇するという報告がある<sup>14,15)</sup>。Kynは蛍光を持たず、ECD検出器不感応であるため、紫外吸収による検出報告が一般的である<sup>13,16)</sup>。いずれも逆相カラム(ODS系)を用いる方法が圧倒的に多い。溶離液、カラムの取り合わせも種々あるが、著者

らのNaOSAを使用した報告はみられない。NaOSAによって酸性でプラスに荷電するN含有化合物(XA, HKyn, Kyn, KA, 5-HIAA)はイオンペアを形成し保持時間が延長することにより分離が期待されるが、VMA, HVAはそうした感応基を有しないので、イオンペアを形成せずNaOSAの添加によって保持時間の変化はみられない。また、イオンペア形成により疎水性が増し、有機溶媒量増加によって保持時間が短縮されるが、極性の強いVMAの保持時間はほとんど不変であり、極性の弱いHVAはアセトニトリルによって短縮されたものと理解される(図2)。

著者らの方法は、尿を単純に通常10倍希釈するだけで前処理は十分であり、尿の他成分との分離も十分であった。特にXA, HKyn, 5-HIAA, KAについては正常レベル把握も十分であり、実用性の高い方法と思われた。Kynについては紫外外部検出であることから正常レベル把握には不十分と考えられたがXA/HKyn尿症患者では十分測定可能であったように異常に増量する例には応用可能と考えられた。Kynについては十分な高感度分析法が報告されていなかったが最近ポストカラム-光化学反応による方法が報告された<sup>17)</sup>。今後さらに高感度化方策が必要と考えられる。

XAの尿中正常レベル報告例としては、坂田ら<sup>18)</sup>が幼児300例の測定を行い、平均0.88 $\mu\text{g}/\text{mgCre}$ , 標準偏差0.18 $\mu\text{g}/\text{mgCre}$ であったとしており、今回のデータもほぼ同レベルの成績と考えられる。

XA/HKyn尿症患者は神経芽細胞腫マスキリーニング(NB-MS)で全国に先駆けて岐阜県で発見された例であるが<sup>19,20)</sup>, XA, HKynの著増, Kynの増加が認められた。この例では, XA-OMeも多量排泄されており<sup>8)</sup>, 本態はキヌレニナーゼの活性低下による

ことが確認されている<sup>21,22)</sup>。上流のこれら代謝物の上昇と下流の3ヒドロキシアントラニル酸の減少が確認されており<sup>7)</sup>、内因性ニコチン酸の生成は低下していると想われるが生理的ニコチン酸不足は招来しておらず、生育はまったく正常である<sup>23)</sup>。本症の尿は特異的な黄色蛍光～褐色蛍光を示しており、尿の色調から本症を疑うことがある程度可能と考えられるが、本法のように簡便な方法を加えればスクリーニングも可能であり、臨床現場でも応用が期待される。また、現在広く行われているHPLCによるNB-MSでXAは検出可能である<sup>18,19)</sup>。また、一部で試みられているイオンペアHPLC<sup>24,25)</sup>は本法と同じNaOSAを使用しているので、XA, HKynの同時検出が可能であり、XA, HKynの増量するトリプトファン代謝異常症等の同時スクリーニングが期待できると考えられる。

このように本法は簡便かつ高感度測定法であり、トリプトファンおよびその代謝物の栄養学、生理学、毒性学的研究やトリプトファン代謝異常症の診断学的研究に応用可能と考えられた。

## 文 献

- 1) 岩井和夫, 田口 寛: ビタミン学II (第1版), P.242-256, 日本ビタミン学会編, 東京化学同人, 1984.7発行
- 2) T.W.Stone: Neuropharmacology of quinolinic acid and kynurenic acid, Pharmacol.Rev., 45, 309-379, 1993
- 3) 岡本 宏: ビタミン学II (第1版), P.284-289, 日本ビタミン学会編, 東京化学同人, 1984.7発行
- 4) 藤永卓治: 膀胱癌患者の尿中キノリン化合物に関する研究—特に8-methyl ether of xanthurenic acidの排泄量について—, 日泌尿会誌, 70, 1356-1365, 1979
- 5) H.Wich, U.Grimm and A.Knapp: Tryptophanstoffwechseluntersuchungenn beim Harnblasenkarzinom, Z.Urol.Nephrol., 82, 593-596, 1989
- 6) G.T.Bryan, R.R.Brown, J.M.Price: Mouse Bladder Carcinogenicity of Certain Tryptophan Metabolites and Other Aromatic Nitrogen Compounds Suspended in Cholesterol, Cancer Research, 24, 596-602, 1964
- 7) 今井準三, 伊藤嘉浩, 河合 信, 山口清次: イオンペアHPLCによる尿中トリプトファン代謝物の測定 (第2報) 3ヒドロキシアントラニル酸の定量, 第38回東海公衆衛生学会講演集, 160-161, 1992
- 8) Junzo IMAI, Kyoko MURAYAMA, Makoto KAWAI, Seiji YAMAGUCHI, Kenji MATSUURA: Determination of 8-methyl ether of xanthurenic acid in human urine by high-performance liquid chromatography, J.Chromatogr., Biomed. Applic., 661, 149-153, 1994
- 9) 田中久子, 今井準三: 神経芽細胞腫マスキリーニング検査における防腐剤添加ろ紙利用の試み (第2報) クレアチニン定量, 岐阜衛研所報, 33, 27-30, 1988
- 10) 今井準三, 田中久子: 神経芽細胞腫マスキリーニングの精度向上に関する検討 (第2報) 高速液体クロマトグラフ法による尿中VMA, HVA定量法の検討, 岐阜衛研所報, 32, 30-33, 1987
- 11) Melvyn.P.Heyes: Quantification of 3-hydroxykynurenine in brain by high-performance liquid chromatography and electrochemical detection, J.Chromatogr., 428, 340-344, 1988
- 12) Douglas A.Richards: Electrochemical detection of tryptophan metabolites following high-performance liquid chromatography, J.Chromatogr., 175, 293-299, 1979
- 13) Ikue Morita: Determination of tryptophan and its metabolites in human plasma and serum by HPLC with automated sample clean up system, J.Chromatogr. 526, 367-374, 1990
- 14) 飯沼文夫, 田原正義, 八代和子, 渡辺光夫: 酢酸亜鉛(II)試薬を用いる尿中キヌレン酸の蛍光分析, 分析化学, 34, 483-486, 1985
- 15) Katsumi Shibata: Fluorimetric micro-determination of kynurenic acid, an endogenous blocker of neurotoxicity, by high-performance liquid chromatography, J.Chromatogr., 430, 376-380, 1988
- 16) Earle W.Holmes: Determination of serum kynurenine and hepatic tryptophan dioxygenase activity by high-performance liquid chromatography, Anal., Biochem., 172, 518-525, 1988

- 17) Ken-ichi Mawatari, Fumio Iinuma and Mitsuo Watanabe : Fluorimetric determination of kynurenine in human serum by high-performance liquid chromatography coupled with post-column photochemical reaction with hydrogen peroxide, *J. Chromatogr.*, 488, 349-355, 1989
- 18) 坂田実穂, 八巻 薫, 角田光淳 : 神経芽細胞腫マスキリーニングにおけるキサントレン酸の測定について, *杉並衛試年報*, 11, 65-69, 1993.
- 19) 今井準三, 岩田久子, 後藤喜一, 河合 信, 松川洋子, 山本隆雄, 松浦健二, 竹内千尋, 山口清次 : 神経芽細胞腫マスキリーニングで経験したVMA反応偽陽性の原因物質キサントレン酸, *医学のあゆみ*, 152, 133-134, 1990.
- 20) 今井準三, 岩田久子, 長島久美子, 伊藤嘉浩, 後藤喜一, 河合 信, 山口清次, 折居忠夫, 神経芽細胞腫マスキリーニングでVMA反応偽陽性を示すキサントレン酸尿症, *日本マスキリーニング学会誌*, 1 (1), 206-207, 1991.
- 21) Keiya Tada, Yoshimasa Yokoyama, Hiroshi Nakagawa, Toshio Yoshida, Tsuneo Arakawa : B<sub>6</sub> dependent xanthurenic aciduria, *Tohoku J. Exp. Med.*, 93, 115-124, 1967
- 22) 山口清次, 今井準三, 折居忠夫 : 神経芽細胞腫マスキリーニングで発見されるキヌレニナーゼ欠損症: 酵素診断および家族検索, 第36回日本先天代謝異常学会抄録
- 23) 山口清次 : 私信 (未発表)
- 24) 花井潤師, : イオンペア試薬を用いた尿中カテコールアミン関連物質のHPLC分析について, 第17回代謝異常スクリーニング研究会講演抄録集, 13, 1989
- 25) 新川隆康 : 高速液クロ (イオンペアクロマト) によるVMA, HVA, クレアチニンの同時定量, 第18回日本マスキリーニング学会抄録, 81, 1990

岐阜環研所報

Rep.Gifu H&E  
Res.Center

# 岐阜県における健康の実態及び健康を支援する領域の水準について

森 洋隆\*, 可児敏彦\*\*

Evaluation of Health Level and the Level in the domain of which  
back up Health in Gifu Prefecture

Hirotaka MORI\*, Toshihiko KANI\*\*

## はじめに

地域における健康水準は、その地域の気候、風土、生活習慣、経済状況、文化、都市化の程度、保健医療サービスの水準など多くの要因が複雑に絡み合い、長い年月の間に少しずつ形成されたと考えられる。

これらの要因の中で、保健医療サービスの水準は医療の供給、保健活動、環境衛生サービス等を総合したものであり、地域の健康を維持し支援するものといえる。従って地域の健康水準に最も影響を及ぼす要因と考えられる。

地域の健康の実態を示す領域および健康を支援する領域の水準を評価し、相互の関係をみることは、保健・衛生行政における施策の策定に資すると考えられる。また健康を支援する領域の水準にたいしては、行政努力を濃く反映させることが可能であり、そのためにはその水準の把握が必要と思われる。

岐阜県においては、多数の保健医療に関する指標を総合的に把握して地域の健康および保健医療の水準を評価する試みは今までになされていない。

そこで今回、既に公になっている多数の保健・衛生指標を、健康の実態を示す領域と健康を支援する領域に分け、岐阜県の全国におけるその水準および二つの領域の相互の関連性等について調べた。

## 方法

## 1) 健康に関する指標の構成及び個別指標

生活目標としての健康を、健康の実態を示す領域とそれを支援する領域の両面から把握出来るように保健・衛生指標の構成をおこなった。領域はさらに細領域、分野、個別指標に細分した(表1)。また個別指標の詳細を表2に示した。

表1 健康に関する指標の構成

生活目標	領域	細領域	分野	個別指標
健康	健康の実態を示す領域	正常	健康度	6
		異常(疾病)	有病状況	9
			受療状況	10
			死亡状況	10
	健康を支援する領域	医療の供給	施設	10
			医療関係者	10
		保健活動	保健施設・保健活動	13
			健康診断	6
		環境衛生	生活環境	9
			自然環境	3

\* 岐阜県保健環境研究所：500 岐阜市野一色4丁目6番3号

\*\* (現)岐阜県衛生環境部薬務水道課：500 岐阜市藪田南2丁目1番1号

\* Gifu Prefectural Health and Environment Research Center:6-3, Noishiki 4chome, Gifu 500, Japan

\*\* Section of Drug and Water Supply, Gifu Prefectural Department of Hygiene and Environment Present Address : 1-1, Yabuta Minami 2chome, Gifu 500, Japan



表 2 個 別 指 標

領域	分野	個 別 指 標	指標の概念	データ年次	資料	
健康度	健康	1. 0才男, 平均余命	+	1990	A	
		2. 0才女, "	+	"	"	
		3. 65才男, "	+	"	"	
		4. 65才女, "	+	"	"	
		5. 健康状態「よい, まあよい」者比率(%)	+	1989	B	
		6. 発育度(14才, 男) *1	+	1991	D	
	有病の状況	実況	1. 有訴者率(人口千対)	-	1989	D
			2. 日常生活に影響のある者率(人口千対)	-	"	"
			3. 通院者のある世帯比率(%)	-	"	G
			4. 入院者のある " (%)	-	"	"
受療を状況示す	領域	5. 1ヶ月以上就床者のある世帯比率(%)	-	"	"	
		6. 全結核罹患率(人口10万対)	-	1990	H	
		7. 伝染病患者数(人口10万当たり)	-	"	I	
		8. 食中毒 " ( " )	-	"	J	
		9. 精神病 " ( " )	-	"	M	
		1. 受療率, 外来(人口10万対)	-	1990	D	
		2. " , 入院( " )	-	"	"	
		3. " , 悪性新生物 ( " )	-	"	"	
		4. " , 循環系の疾患( " )	-	"	"	
		5. " , 消化系の疾患( " )	-	"	"	
6. " , 精神障害 ( " )	-	"	"			
7. 老人入院日数(1人当たり)	-	"	L			
8. 病院, 平均在院日数	-	"	"			
9. 病院, 1日平均通院患者数(人口10万当たり)	-	"	"			
10. 1人当たり医療費	-	1987	M			
死状領域	領域	1. 年令調整死亡率, 男(人口10万対)	-	1990	D	
		2. " , 女( " )	-	"	"	
		3. 悪性新生物 SMR	-	'86-'90	E, F	
		4. 心疾患 "	-	"	"	
		5. 脳血管疾患 "	-	"	"	
		6. 結核 "	-	"	"	
		7. 肺炎・気管支炎 SMR	-	"	"	
		8. 不慮の事故・有害作用 SMR	-	"	"	
		9. 周産期死亡率(出生千対)	-	1990	C	
		10. 乳児死亡率 ( " )	-	"	"	
医療施設を支援する	領域	1. 病院数(人口10万当たり)	+	1990	D	
		2. 一般診療所数 ( " )	+	"	"	
		3. 歯科 " ( " )	+	"	"	
		4. 休日・夜間診療所数( " )	+	"	N	
		5. 救急病院数 ( " )	+	"	"	
		6. 病院, 病床数 ( " )	+	"	D	
		7. 一般診療所, 病床数( " )	+	"	"	
		8. 精神病床数 ( " )	+	"	"	
		9. 薬局数 ( " )	+	"	C	
		10. 救急自動車保有台数( " )	+	"	O	
医療関係者	領域	1. 医師数(人口10万当たり)	+	1990	D	
		2. 歯科医師数( " )	+	"	"	
		3. 看護婦, 准看護婦・および士(人口10万当たり)	+	"	"	
		4. 助産婦数 (人口10万当たり)	+	"	C	
		5. 薬剤師数 ( " )	+	"	D	
		6. 臨床検査技師数 ( " )	+	"	N	
		7. 臨床放射線 " ( " )	+	"	"	
		8. 理学・作業療法士数( " )	+	"	"	
		9. 歯科衛生士数 ( " )	+	"	L	
		10. 救急隊員数 ( " )	+	"	O	

領域	分野	個 別 指 標	指標の概念	データ年次	資料
健康施設を活動	支援	1. 保健所数(人口10万当たり)	+	1990	L
		2. 市町村保健センター数( " )	+	"	K
		3. 老人保健施設(65才以上人口10万当たり)	+	"	L
		4. 公衆衛生費歳出額(人口10万当たり)	+	1990	M
		5. 精神 " ( " )	+	"	"
		6. 保健婦数 ( " )	+	"	D
		7. 保健婦家庭訪問被訪問延人員( " )	+	"	P
		8. 環境衛生監視員等の調査監視指導施設数( " )	+	"	"
		9. 衛生教育開催回数( " )	+	"	"
		10. 老人家庭奉仕員数(65才以上人口10万当たり)	+	"	Q
		11. 健康習慣実行者比率(%)	+	1989	G
		12. 献血率(%)	+	1990	K
		13. 保健医療用品・器具支出額(1世帯1月当たり)	+	"	M
健康診断	支援	1. 一般健康診断受診延人数(人口10万当たり)	+	1990	P
		2. 成人病健康診断受診延人数(成人人口10万当たり)	+	"	"
		3. 結核 健康診断 " (人口10万当たり)	+	"	"
		4. 母子 " ( " )	+	"	"
		5. 老人保健法による, 基本一般健康診査受診者数*2	+	"	D
		6. " , がん検診受診者数(胃, 肺) *2	+	"	"
生活環境	支援	1. 環境衛生費歳出額(人口10万当たり)	+	1990	M
		2. 水道普及率 (%)	+	"	K
		3. 下水道普及率(%)	+	"	"
		4. ごみ, 焼却・高速堆肥化処理率(%)	+	"	"
		5. し尿衛生処理率(%)	+	"	"
		6. 一人当たり室数	+	"	M
		7. 公害苦情件数(人口10万当たり)	-	1990	L
		8. 亜硫酸ガス排出量 *3	-	"	M
		9. 水の自然度 *4	+	"	"
自然環境	支援	1. 森林面積比率(%)	+	"	"
		2. 原野・湖沼面積比率(%)	+	"	"
		3. 1人当たり都市公園面積	+	1991	"

\*1 身長, 体重, 胸囲の各偏差値を総合して発育度とした。

\*2 40才以上人口10万当たり

\*3 居住専用地域と居住地域における年平均の最高地域÷0.04 ppm (環境基準)

\*4 県別環境基準達成率÷全国環境基準達成率 (79.1%)

資料

A: 都道府県生命表, 厚生省の指標, 39(16), 1992

B: 国民生活基礎調査, 厚生省, 1989

C: 国民衛生の動向, 厚生省の指標, 38(9), 1991

D: " , " , 39(9), 1992

E: 1988~1992年, 国民衛生の動向

F: 都道府県, 性・年令階級別推計人口, 昭和63年

G: 厚生省の指標, 38(16), 1991

H: 結核・感染症サーベイランス年報集計結果, 厚生省, 1991

I: 厚生省の指標, 37~38巻, 1990-1991年

J: " , 38(5), 1991

K: 衛生環境統計から見た岐阜県の位置, 岐阜県衛生環境部医務課, 1991

L: " , " , 1992

M: 民力, 朝日新聞社, 1992

N: 医療施設調査・病院報告, 厚生省, 1990

O: 救急救助の現況, 消防庁, 1990

P: 保健所運営報告, 厚生省, 1990

Q: 国民福祉の動向, 厚生省の指標, 38(12), 1991

結 果

表3に岐阜県の領域、細領域、分野の水準および全国順位を一括して示した。

の 個 別 指 標	全結核罹患率	(43)	臨床検査技師数	(41)
	結核 SMR	(43)	公衆衛生費歳出額	(45)
			環境衛生監視員の調査 監視指導施設数	(43)
			献血率	(44)
			保健医療用具・器具支出額	(40)
			一般健康診断受診延人数	(40)

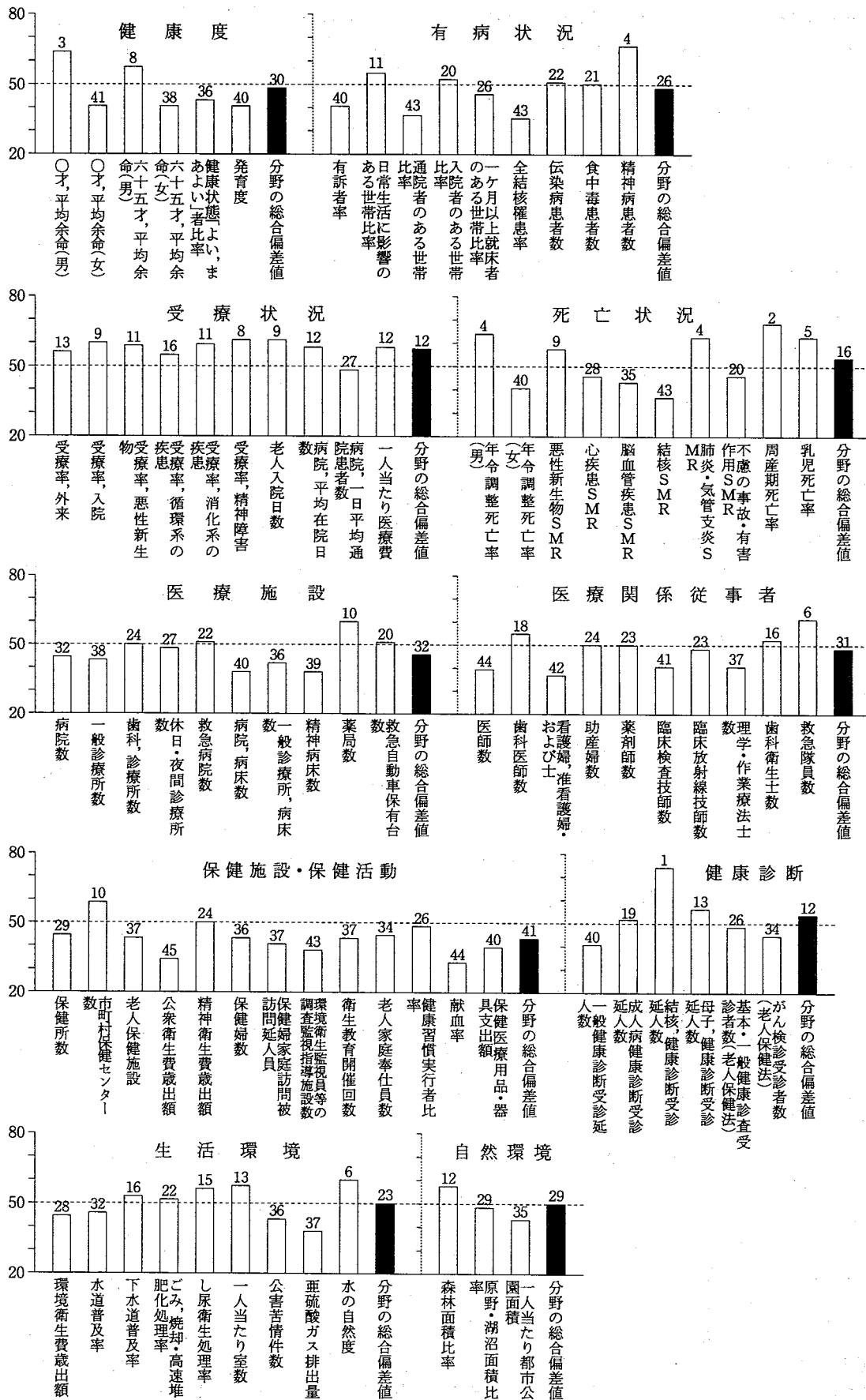


図1 分野別個別指標の水準(岐阜県) 偏差値, 数字は全国順位

結核に関する指標の水準が低いのに対応して、結核健康診断は突出して高い水準にあり、これは行政努力の反映とみることが出来る。

一方、支援する領域においては医師、看護婦、臨床検査技師等の医療における重要なマンパワーおよび一般診療所、病床数などの水準が低いのが特徴といえよう。

また公衆衛生費歳出額をはじめ、その他の保健活動を示す諸指標も低水準なものが多い。

(2) 細領域および領域の水準

岐阜県及び他府県の細領域、領域の水準を図2に示した。

岐阜県の健康の実態を示す領域では、健康度は水準以下であるが疾病等が平均以上の水準を維持したため結局、領域は平均水準となった。また健康を支援する領域では、主体をなす医療の供給、保健活動がともに平均水準以下であり、領域の水準は平均レベルを維持できなかった。

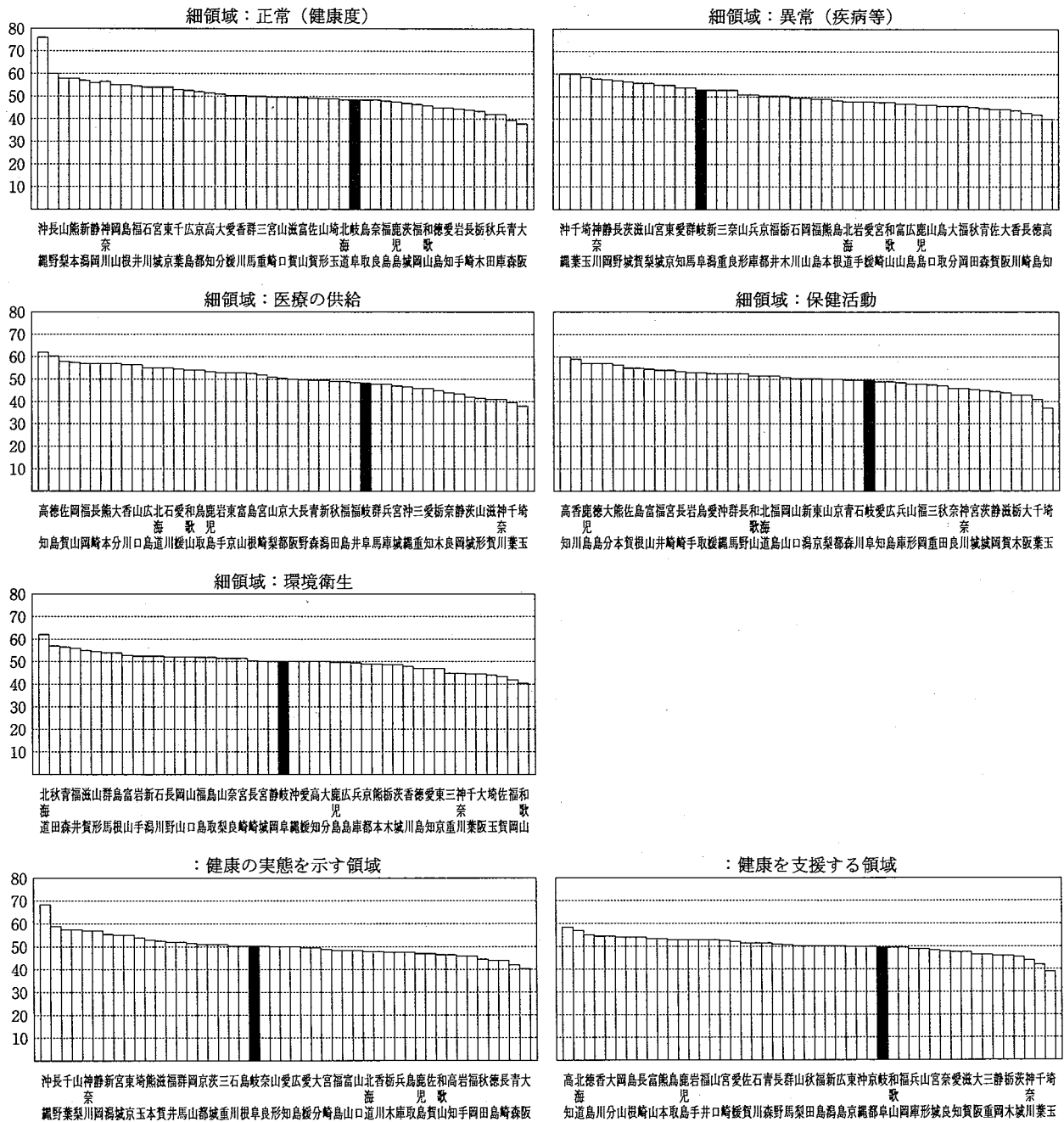


図2 細領域、領域の水準 (地域序列)

(3) 分野相互の相関関係

表 5 に 47 都道府県の偏差値を用いて計算された分野間の単相関行列を示した。

健康度は平均寿命が死亡率に基づいて計算されているのを反映して、死亡状況と高い正の相関があるのは当然であるが、健康状況が医療施設以下の健康を支援する各分野と相関が認められないことは注目される。

有病状況は受療状況とは正の、医療施設、医療関係従事者、保健施設・保健活動とは負の相関が認められた。このことは有病者が少ないほど受療者が少なくなることを示す。また医療施設、医療関係従事者、保健施設・保健活動の偏差値が高くなる（それらが多くなる）と有病状況の偏差値がひくくなる（それらが多くなる）傾向を示している。

受療状況は医療施設、医療関係従事者、保健施設・保健活動と高い負の相関があり、医療施設の偏差値が高くなる（それらが多くなる）と受療状況の偏差値が低くなる（受療者が多くなる）ことを示している。

健康診断と有病状況、受療とは負の相関があり、健康診断が活発なほど有病者、受療者が多くなる傾向を示している。

一方、生活環境および自然環境は、健康の実態を示す領域の分野との相関はあまり認められなかった。

以上総括して、健康状況はそれを支援する他の分野との関連が希薄である。また医療の供給、保健活動が多くなると有病者、受療者が多くなること、さらに、健康診断が活発なほど有病、受療者が多くなる傾向があるといえよう。

(4) 有病・受療状況と医療の供給および保健活動との関係

の関係

47 都道府県の指標値（偏差値）を用いて有病・受療（二つの分野の総合値）と医療の供給および保健活動との関係を図 3、図 4 に示した。

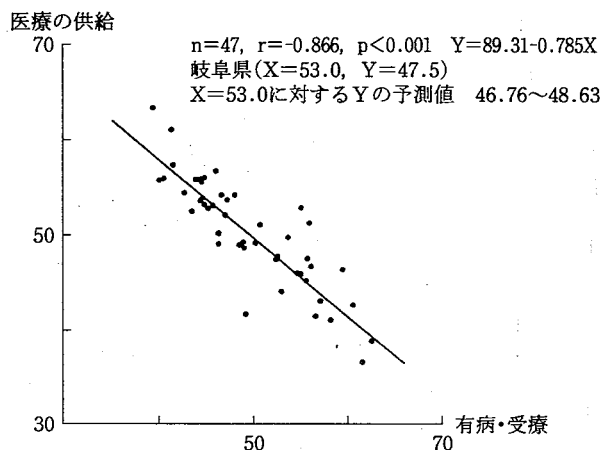


図 3 有病・受療状況と医療の供給との関係

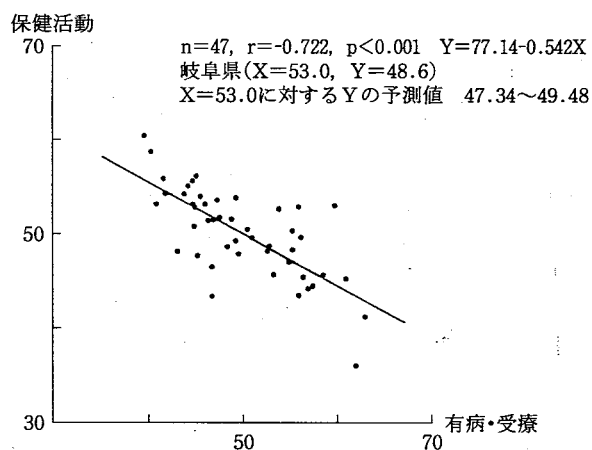


図 4 有病・受療状況と保健活動との関係

表 5 分野(10)の単相関行列

	健康度	有病状況	受療状況	死亡状況	医療施設	医療関係従事者	保健施設・保健活動	健康診断	生活環境	自然環境
健康度	1.000									
有病状況	0.235	1.000								
受療状況	0.250	0.626*	1.000							
死亡状況	0.817*	0.047	0.344	1.000						
医療施設	-0.102	-0.503*	-0.904*	-0.258	1.000					
医療関係従事者	0.033	-0.625*	-0.757*	-0.067	0.709*	1.000				
保健施設・保健活動	0.168	-0.617*	-0.707*	0.092	0.737*	0.726*	1.000			
健康診断	0.174	-0.403	-0.572*	0.043	0.637*	0.559*	0.631*	1.000		
生活環境	0.019	0.009	0.166	0.096	-0.313	0.035	-0.052	-0.050	1.000	
自然環境	0.054	-0.232	-0.145	0.015	0.077	0.153	0.444	0.012	-0.044	1.000

n=47 \* p<0.001



これによると、医療の供給の偏差値が高くなる（医療の供給が多くなる）と有病・受療の偏差値が低くなる（有病・受療が多くなる）。このことは、保健・医療サービスに応じた利用<sup>1)</sup>があることを示すとともに、疾病の増加に対応して医療の供給、保健活動が多くなることをも示すといえよう。

#### (5) 健康の実態を示す領域と健康を支援する領域との関係

図5に、健康の実態を示す領域と健康を支援する領域との関係を示した。

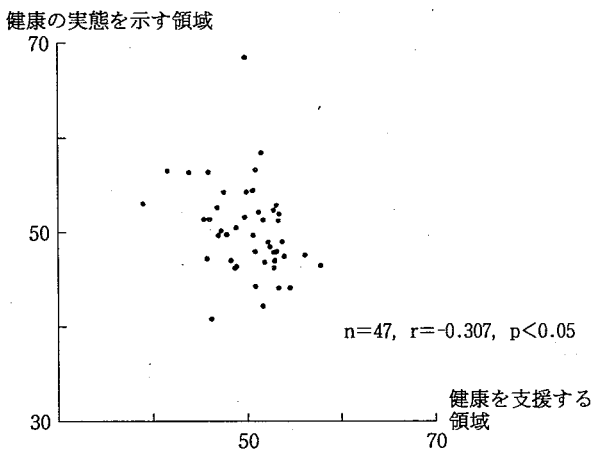


図5 健康の実態を示す領域と健康を支援する領域との関係

図で明らかのように、支援する領域の水準が高くなれば健康の実態を示す領域の水準が向上するという関係は認められなかった。両者には弱いながら負の相関 ( $r = -0.307$ ,  $p < 0.05$ ,  $n = 47$ ) がある。これは支援する領域において主体をなす医療の供給および保健活動が、実態を示す領域における有病、受療状況と負の相関関係にあることを反映したものと思われる。

#### 考 察

保健・衛生指標を用いての、このような解析・評価においては採用する指標の如何により、結果が影響を受けることが考えられる。今回の調査において採用した個別指標は、経済企画庁により作成された平成元年度、新国民生活指標 P L I (Peoples Life Indicator)、および地方自治体（北海道）作成による生活指標の保健・衛生指標を参考にした。偏りなくできるだけ多くの指標を採用したが、資料の入手が困難で、痴呆性老人数、寝たきり老人数等の指標は断念した。

岐阜県の健康の実態を示す領域は全国順位21位で平均水準にある。これは受療状況、死亡状況が比較的良好なためである。また健康度分野が30位となったのは女子の平均寿命および発育度が低水準であったことによる。近年におけるわが国の平均寿命の伸長は主に成人病、特に脳血管疾患死亡の改善によってもたらされたと考えられるが、岐阜県の女子は脳血管疾患死亡の改善、特に65才以上における改善が遅れたと思われる<sup>2-3)</sup>。

有病状況のうち有訴者率が40位と低い水準にあり、日常生活に影響があったり入院を要するほどではないが、本県では何らかの不調を有する者、つまり潜在的受療者が多いことが窺われる。

健康を支援する領域では本県の医療施設、医療関係従事者、保健施設・保健活動の水準は低水準で、特に医師、看護婦、臨床検査技師など重要なマンパワーの水準が低いことが注目される。医療施設と医療関係従事者とは正の相関があり、医療施設の少ないことがマンパワー水準の低下をもたらしたと考えられる。

有病・受療と医療の供給、保健活動との関係は、A：保健・医療サービスに応じた利用（保健・医療サービスが増加すれば有病・受療が増える）がある。B：有病・受療が増加すれば、それに対応して保健・医療サービスも増える、と二通りに解釈される（図3、図4）。

この二つの解釈のうち、どちらに重きを置くかの判断は今回の調査データだけでは困難であり、別な尺度を加えての検討が必要であるが、Aと解釈すれば、保健・医療サービスが多くなれば有病・受療が多くなるから、岐阜県の受療状況が全国順位12位と上位水準にあるのは保健・医療サービスが少ないためである可能性が考慮されることになる。一方、Bと解釈すれば、図3、4における回帰式の保健、医療サービスの子測値から岐阜県の保健・医療サービスは有病・受療に対応したものである。

しかしながら、医療水準等の向上（保健・医療サービスも活発になることも含む）により死亡水準が明らかに改善されても、有病状況、受療状況は逆に増加することは今日では不思議でないこと、また保健活動が進み活発であれば、各種の慢性疾患が早期に発見されることと結びつき（有病者の増加）、そして症状によりその増悪を防止する手段がとられる（受療の増加）

から、慢性の疾患をもっている状態で生存する人（有病・受療者）は増加する<sup>4)</sup>。さらに、Bと解釈するには、岐阜県における医療施設、医療関係従事者、施設・保健活動（表3）及びそれらの個別指標（図1）の水準は低水準すぎるように思われる。

これらのことを総合すると、どちらかと言えばAの解釈に重きを置くほうが無理がないように思われる。

相関分析により健康状況は、それを支援する他の分野との関連が希薄であることが示された。また健康を支援する領域の水準の向上が、健康の実態を示す領域の水準の向上に必ずしも結びつかないことが示された（図5）。

健康状況は平均余命が主体であり、死亡状況に強く影響をうけている。従って、健康の実態を示す領域は死亡者が少なく、有病・受療者が少ないほどその水準が高くなる。

一方、支援する領域の各分野は死亡状況とはほとんど相関がなく、また生活・自然環境分野を除き、有病者・受療者を増加させる傾向を有している。このことが健康を支援する領域の水準の向上が、健康の実態を示す領域の水準の向上に結びつかない理由と考えられる。

これらのことを総合すると、支援する領域の水準を高めることによって積極的に、より一層健康水準を高めることはあまり期待できないと推察される。

高齢化社会を迎え、健康水準をより一層向上させるには、有病者を増加させない（有病者が減れば受療者が減る。受療者が減れば死亡者が減る。）ことが最も肝要と考えられる。そのためには、食生活の改善、生活習慣の改善、運動による体力づくり等の健康増進活動を強化することが重要と考えられる<sup>5-8)</sup>。

#### ま と め

1) 岐阜県における健康の実態および健康を支援する領域、細領域、分野の全国水準を調べ、表3に総括し

た。また個別指標は図1に示した。

2) 岐阜県の健康の実態を示す領域では、男の健康水準がよく、逆に女の水準が悪いこと、また支援する領域では医師、看護婦、臨床検査技師等の医療における重要なマンパワーおよび一般診療所、病床数等の水準が低いことが認められた。

3) 岐阜県の受療状況は上位水準にあるが、このことは保健・医療サービスが少ないためである可能性が考えられた。

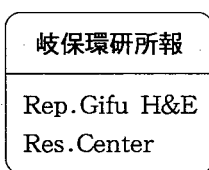
4) 健康を支援する領域の水準向上が、必ずしも健康の実態を示す領域の水準の向上に結びつかないことが示され、一次予防の重要性が示唆された。

#### 謝 辞

本調査にあたり、資料の収集に御尽力を賜りました岐阜県衛生環境部医務課の方々には謹んで謝意を表します。

#### 文 献

- 1) 勝沼晴雄，編：公衆衛生の課題，p104，医歯薬出版，S46
- 2) 森 洋隆，他：岐阜県女子平均寿命についての一考察，厚生指標，36(2)，21，1989
- 3) 森 洋隆：岐阜県女子の成人病死亡状況について（未発表）
- 4) 小泉 明：人間生存の生態学，p69，杏林書院，1971
- 5) 森本兼囊，他訳：生活習慣と健康，HBJ 出版局，1992
- 6) 森本兼囊，ライフスタイルと健康，公衆衛生，51(2)，135-143，1987
- 7) 星 旦二，他：日常生活習慣と身体的健康度との関連性，医学のあゆみ，130(12)，72，1984
- 8) 小田清一：健康づくりのための運動ハンドブック，第一出版，1993



# MMRまたはおたふくかぜワクチン接種 後に発生した無菌性髄膜炎について

三輪 智恵子

Aseptic Meningitis occurred after MMR or Mumps Vaccine  
Administration

Chieko MIWA

## はじめに

乾燥弱毒生麻しんおたふくかぜ風しん混合 (Measles・Mumps・Rubella; MMR) ワクチンは、厚生省保健医療局長通知(S.63.12.19)の「予防接種実施規則の一部改正する省令の施行等について」が出され、麻しんワクチンの代わりにMMRワクチンの使用が許可された。各都道府県ではこの通知を受け、平成元年からMMRワクチンが使用され始めた。平成元年(1989)9月8日、公衆衛生審議会伝染病予防接種部会予防接種委員会は「おたふくかぜワクチン接種後の無菌性髄膜炎について(意見)」と題して、おたふくかぜウイルスは10~20万人に1人の割合で無菌性髄膜炎が発生している可能性がある。しかし自然感染した場合には数百人に一人の割合で無菌性髄膜炎(AM)が発生し、一部は重篤な脳炎を併発するので、ましん接種時にはMMRワクチン接種を推進するようすすめている。それから1カ月経つか経たないかの後(1989年10月25日)「MMRワクチン及びおたふくかぜワクチン接種後の無菌性髄膜炎について(意見)」が出されこれに該当する場合は髄液からウイルス分離を実施し、国立予防衛生研究所に送るよう要請された。

各都道府県では、その後もMMRワクチンが使用され、ますますAM患者は発生した。岐阜県でも平成2年1月16日岐阜県感染症予防対策委員会予防接種部会を開き検討している。平成3年5月2日付き某新聞に

て「新三種混合ワクチン副作用高率で発症」と題してMMRワクチンによりAMが厚生省が発表している率よりも高率に患者発生のあることを報じた。その後厚生省は、平成5年4月公衆衛生審議会伝染病予防部会の意見を受け、MMRワクチンの一時中止を決定した。そこで、岐阜県における検査結果について、まとめ検討したので報告します。

## 検査材料と方法

1. 検査材料：MMRまたはおたふくかぜワクチン接種後無菌性髄膜炎がおきた患者で検査を依頼してきた患者の検査材料を検査した。1989年2名、1990年16名、1991年15名、1992年12名、1993年2名の合計47名の主として髄液(55件)が検査材料であったが、その他に咽頭ぬぐい液(2件)糞便(2件)合計59検体について検査した。
2. ウイルス分離細胞：ムンプスウイルスの分離にはVero細胞を使用した。その他のエンテロウイルスの分離にはHeLa細胞とRD-18S細胞を使用した。ムンプスウイルスの分離には特有な細胞変性効果(CPE)が出現しなかった場合には4~5代まで継代し、エンテロウイルスの分離には2~3代まで継代しCPEが出現しなかった場合陰性と判定した。
3. 分離ウイルスの同定：ムンプスウイルス(MV)、エコーウイルス6型(E-6)と30型(E-30)の中和用抗

\* 岐阜県保健環境研究所：500 岐阜市野一色4丁目6番3号

\* Gifu Prefectural Health and Environment Research Center:6-3, Noishiki 4chome, Gifu 500, Japan

血清は市販のデンカ生研の抗血清を使用した。エンテロウイルス71(EV-71)とエコーウイルス11型(E-11)の中和用抗血清は自家製家兎免疫血清を使用した。

4. 分離ムンプスウイルスの野外株かワクチン株かの同定：分離ムンプスウイルスをプラスチックの凍結保存用チューブに分注し、ドライアイスとともに国立予防衛生研究所(予研)に送付した。この検査は、予研において実施された。

予研からの試験検査成績書によれば、占部株のワクチン由来性は次のように判定された：「当該ウイルス感染細胞より得たRNAを鋳型と、ムンプスウイルス p 遺伝子のcDNAを合成し、さらに Polymerase Chain Reaction(PCR)により p 遺伝子の162番目から344番目のcDNA断片を増幅した。これにより得られたcDNA断片を制限酵素BamHI, Eco01091にて切断を試みた上で、切断片をポリアクリルアミド電気泳動に付し、得られるパターンを比較したところ、196番目から201番目の塩基で構成される部位がBamHI, Eco01091の両者での切断を受けなかった。これは、占部株に特異的と思われる反応であることから、当該ウイルスは占部株をムンプスウイルス成分として含む、いわゆるMMRワクチンに由来する可能性が高いと判定された」。

また、星野株は、「cDNA断片を精製後、10%ジメチルスルフォキシドの存在下でdideoxy chain termination法により塩基配列を決定した。168番目から344番目の塩基配列が接種に用いた星野株のそれと完全に一致したので当該ウイルスは星野ワクチン株に由来するものと考えられる」。

また、鳥居株は、「PCRで増幅後得られたcDNA断片をフォルムアミドの存在下で熱変性した後、ポリアクリルアミド電気泳動し所謂single strand conformation polymorphism(SSCP)を当該ウイルスと接種に用いた鳥居株ウイルスとで比較して完全に一致したとき鳥居株をムンプスウイルス成分として含むワクチン株由来の可能性が高いと判定した」と成績書に記載されている。

5. 髄液所見：検体が送付されてきた依頼機関での検査成績である。

## 成 績

### 1. 被検者からのウイルス分離状況：

- (1) 年別ウイルス分離状況：表1に示したごとく、被検者47名中24名(51.1%)よりウイルスが分離出来た。MVのみ18名(75.0%)、MVとエンテロウイルスの混合分離2名(8.3%)、エコーウイルスのみ4名(16.7%)であった。20株のMVのうち19株(95.0%)はワクチン株、1株(5.0%)は非ワクチン株であった。1991年にはEV-71とE-30をムンプスワクチン株と同じ髄液より分離した。1992年には非ムンプスワクチン株とE-6を分離した。1993年には、E-11のみが分離された。
- (2) 年齢別ウイルス分離状況：検査患者の42.6%(20名)は1歳の小児であった。表2に示したように、1歳児20名中10名よりウイルスが分離されたがそのうち2名はエンテロウイルスとの混合感染が確認され、3名はE-6の感染であった。3歳児8名中1名よりムンプス非ワクチン株が分離された。8歳児よりE-11が分離できた。

表1 MMRまたはMワクチン接種後の無菌性髄膜炎患者からのウイルス分離状況(1989-1993)

年	被検査 患者数	ウイルス 分離 患者数	ウイルス 分離率 (%)	分 離 ウ イ ル ス 型						
				ムンプスウイルス		ムンプスワクチン株		エコーウイルス		
				ワクチン株	非ワクチン株	+EV-71	+ECHO 30	6型	11型	
1989	2	1	50.0	1						
1990	16	6	37.5	6						
1991	15	8	53.3	6		1	1			
1992	12	8	66.7	4	1			3		
1993	2	1	50.0	0						1
計	47	24	51.1	17	1	1	1	3		1

MMRワクチン：乾燥弱毒麻疹おたふくかぜ風しん混合ワクチン

Mワクチン：おたふくかぜワクチン

EV-71：エンテロウイルス 71型

ECHO-30：エコーウイルス 30型

(3) 接種ワクチン別ウイルス分離状況：表3に示したように、MMRワクチンによる接種後無菌性髄膜炎（AM）の被検者は47名中39名（83.0%）で、おたふくかぜワクチンによる接種後AMの被検者は8名（17.0%）であった。MMR-AM患者からは18名（46.2%）よりウイルスが分離できた。ムンプスワクチン株15株（83.3%）のみならず、ムンプス非ワクチン、EV-71、E-30、E-6等5株が分離された。M-AM患者からはムンプスワクチン株4株（66.7%）のみならず、E-6とE-11が分離された。

2. ワクチン接種日から発病日までの間隔とウイルス分離との関係：ワクチン接種日と発病日までの間隔が4-10日の患者検体からはウイルスは分離出来なかった。表4に示したよう31日の検体からもウイルスは分離された。16-25日が47症例中35症例（74.5%）と最も多かった。

3. 検体採取病日とムンプスウイルス分離との関係：表5に示したように1病日では4/5（80.0%）、2病日では6/12（50.0%）、3病日では7/9（71.4%）、4病日では5/7（71.4%）、5及び7病日では1/4（25.0%）、10及び11病

表2 ワクチン接種後無菌性髄膜炎患者の年齢別ウイルス分離状況

年齢	被検査患者数	ウイルス分離患者数	ウイルス分離率 (%)	分離ウイルス型					
				ムンプスウイルス		ムンプスワクチン株		エコーウイルス	
				ワクチン株	非ワクチン株	+EV-71	+ECHO 30	6型	11型
1	20	10	50.0	5		1	1	3	
2	15	7	46.7	7					
3	8	4	50.0	3	1				
4	1	0	0.0						
5	1	1		1					
6	1	1		1					
7	0								
8	1	1							1
計	47	24	51.1	17	1	1	1	3	1

表3 ワクチン接種後無菌性髄膜炎患者のワクチン別ウイルス分離状況

ワクチン	被検査患者数	ウイルス分離患者数	ウイルス分離率 (%)	分離ウイルス型					
				ムンプスウイルス		ムンプスワクチン株		エコーウイルス	
				ワクチン株	非ワクチン株	+EV-71	+ECHO 30	6型	11型
MMR	39	18	46.2	13	1	1	1	2	
M	8	6	75.0	4				1	1
計	47	24	51.1	17	1	1	1	3	1

表4 ワクチン接種後無菌性髄膜炎患者の発病日とウイルス分離との関係

ワクチン接種日と発病日との間隔 (日)	被検査患者数	ウイルス分離患者数	ウイルス分離率 (%)	分離ウイルス型					
				ムンプスウイルス		ムンプスワクチン株		エコーウイルス	
				ワクチン株	非ワクチン株	+EV-71	+ECHO 30	6型	11型
4-10	2	0							
11-15	3	2	66.7	1					1
16-20	17	10	58.8	6		1		3	
21-25	18	7	38.9	5	1		1		
26-30	5	4	80.0	4					
31	2	1	50.0	1					
不明	1	0							
計	47	24	51.1	17	1	1	1	3	1

日では0/2(0.0%)であった。

4. 髄液所見とウイルス分離との関係：検査された患者の髄液は、いずれも細胞増多が認められた。しかし、その程度は軽度から混濁まで種々であった。細胞数とウイルス分離との関連は認められなかった。総蛋白量の検査検体38検体中正常値以下は16検体(42.1%)、正常値以上は22検体(57.9%)であった。総蛋白量とウイルス分離との関連は認められなかった。糖定量を検査した42検体中正常値を軽度に越えていたのは3検体(7.1%)のみであった。糖定量値とウイルス分離との関連も認められなかった。

考 察

日本におけるMMRワクチンの野外接種試験は1974年に実施されたが<sup>7)</sup>、一時中断し1980年代研究が再開された<sup>2-6)</sup>。1989年4月、麻しん定期接種ワクチンの代わりに希望があればMMRワクチンを接種してよいことが法的に決定された。MMRワクチンを使用すれば一回の接種で3疾患の予防が期待出来、費用・労力・時間の軽減となるとの期待で始められた<sup>7)</sup>。しかし、非常に短期間でMMRワクチン接種後のAM患者発生が問題となり<sup>8)</sup>、調査の結果AM発生率は厚生省が予想していたよりも高率であることが明かとなった<sup>7)</sup>。丸山等によれば、AM発生率は1991年が最も高く

表5 ワクチン接種後無菌性髄膜炎患者の検体採取病日とウイルス分離との関係

検体採取病日	被検査患者数	ウイルス分離患者数	ウイルス分離率(%)	分 離 ウ イ ル ス 型					
				ムンプスウイルス		ムンプスワクチン株		エコーウイルス	
				ワクチン株	非ワクチン株	+EV-71	+ECHO 30	6型	11型
1	5	4	80.0	2			1	1	
2	12	6	50.0	5	1				
3	9	7	71.4	6				1	
4	7	5	71.4	3				1	1
5	4	1	25.0			1			
6	2	0							
7	4	1	25.0	1					
8	0								
9	0								
10	2	0							
11	2	0							
計	47	24	51.1	17	1	1	1	3	1

表6 髄液中の細胞数とウイルス分離との関係

細胞数/3	被検査患者数	ウイルス分離患者数	ウイルス分離率(%)	分 離 ウ イ ル ス 型					
				ムンプスウイルス		ムンプスワクチン株		エコーウイルス	
				ワクチン株	非ワクチン株	+EV-71	+ECHO 30	6型	11型
20-50	1	1	100.0	1					
51-500	6	1	16.7	1					
501-1000	5	2	40.0	1			1		
1001-2000	14	8	57.1	4	1	1		2	
2001-3000	5	1	20.0	1					
3001-4000	8	4	50.0	3				1	
4001-5000	4	4	100.0	4					
5001-6000	1	0	0.0						
6001-7000	1	1	100.0	1					
不明	2	2	100.0	1					1
計	47	24	51.1	17	1	1	1	3	1

表7 岐阜県におけるMMRワクチン接種後の無菌性髄膜炎患者発生状況(年次別)

	被接種者数 a	無菌性髄膜炎 発生数 b	PCR陽性数 c	発生頻度 (b/a)	PCR陽性割合 (c/b)%
1989年(H.1)	12,295	2	1	1/6,148	50.0
1990年(H.2)	6,517	15	6	1/434	40.0
1991年(H.3)	5,781	12	5	1/482	41.7
1992年(H.4)	6,103	9	3	1/678	33.3
1993年(H.5)	1,846	1	0	1/1,846	0.0
累計	32,542	39	15	1/834	38.5

注：1989年は4月～12月，1993年は1月～4月

621人に1人の率で発生したことを報告しているが、岐阜県では1990～1991年には434人に1人から482人に1人の発生頻度であり、全国の発生率よりも高かった。

一般にワクチン接種は、自然に感染するよりも症状がないか軽度で、免疫を獲得出来るために実施するのである。野外株によるムンプスウイルスに感染した場合のAM発生率は約10%、脳炎発生率は0.2～0.5%との報告がある<sup>10,11)</sup>。MMRワクチンに対する日本での取り組みは、1970年代から進められたが、ムンプスウイルスによるAM発生の可能性についての記載はない。実際にMMRの三種混合によりAM発生率が高くなったのであろうか。1989年以前ではおたふくかぜワクチンの単独接種が実施されていたのにAMの発生が問題にならなかったのはなぜだろうか。種々の疑問が持ち上がってくるが、丸山等<sup>7)</sup>によればムンプスウイルスの使用株によってAM発生率は異なり、0.00563%から0.02264%の発生率で、MMRワクチンのAM発生率より低率であった。

#### ま と め

1989年から1993年までの5年間に、MMRワクチンまたはおたふくかぜワクチンを接種後発生した無菌性髄膜炎(AM)患者47名についてウイルス分離検査を実施した。その成績をまとめると以下のようであった。

1) AM47症例中24症例(51.1%)よりウイルスが分離された。ムンプスワクチンウイルスのみが分離出来たのは17症例(70.8%)、ムンプスワクチンウイルスとエンテロウイルスの混合分離は2症例(8.3%)、ムンプス非ワクチン株は1症例より分離された。ムンプスウイルス以外のエンテロウイルスのみの分離が4症例(16.7%)に認められた。

2) ムンプスワクチン株は1歳から6歳児より分離され、非ワクチン株は3歳児より分離された。エンテロウイルスは1歳児と8歳児より分離された。

3) MMRワクチン接種後AM発生患者39名中18名よりウイルスが分離された。ムンプスワクチン株は18名中15名(83.3%)、エンテロウイルスは2症例(11.1%)、非ワクチン株は1症例であった。おたふくかぜワクチンによるAM発生患者8名中6名よりウイルスが分離されたが、ムンプスワクチン株が4名(66.7%)とエンテロウイルスが2名(33.3%)であった。

4) ムンプスワクチン株は、ワクチン接種後14日から31日の間の発症者44名中19名(43.2%)より分離された。

5) 検体採取日とウイルス分離との関係では、1病日から7病日まで分離出来た。しかし、1～4病日では分離率(51.5%)は高率であったが、5病日以降は25.0%と半減した。

6) 患者の髄液はすべて細胞増多が認められたが、総蛋白量、糖定量の変化は著明でなかった。

#### 文 献

- 1) 宍戸亮, 太田原美作雄, 佐藤威, 加藤茂孝, 坂田宏子, 山西弘一, 山根康義, 岡右之: 臨床とウイルス, 4,75～89,1976
- 2) 杉浦昭, 宍戸亮, 川名林治, 平山宗宏, 木村三生夫, 磯村思无, 川上勝朗, 植田浩司, 高橋理明, 牧野慧, 松山繁夫: 臨床とウイルス, 11,419～426,1983
- 3) 杉浦昭: 臨床と微生物, 12,515～520,1985
- 4) 平山宗宏, 杉下知子, 木村三生夫, 川名林治, 南谷幹夫, 堀内清, 浦野隆, 渡辺言夫, 水原春郎, 横山宏, 磯村思无, 神谷斎, 馬場宏一, 国富泰二, 喜多村勇, 白井朋包, 鈴木英太郎, 出口雅教, 植田浩司: 臨

床とウイルス, 15,543~552,1987

- 5) 川名林治, 松本一郎, 藤原哲郎, 菅野恒治, 木村三生夫, 堺春美, 東川泰之, 中沢進, 岡秀, 近岡秀次郎, 新納憲司, 渡辺言夫, 田中信介, 小林利章, 堀内清, 杉下知子, 佐藤肇, 中沢進一, 南谷幹夫, 高山直秀, 浦野隆, 中山哲夫, 武内可尚, 渡辺淳, 井関康夫, 木村慶子, 手嶋力男, 菅谷憲夫, 三田村敬子, 堀田昌宏, 山下亮子, 川合志緒子, 牧野慧, 佐々木繁子, 中川正治, 井上和子, 北里研究所独自株三混生ワクチン臨床接種試験研究会, 臨床とウイルス, 16,381~392, 1988
- 6) 藪内百治, 馬場宏一, 高杉信男, 武田武夫, 川名林治, 角田行, 堀内清, 平山宗宏, 飯島昌夫, 南谷幹夫, 岡部信彦, 木村三生夫, 堺春美, 磯村思无, 浅野

- 喜造, 尾崎隆男, 佐藤一郎, 神谷齊, 古川宣, 西田直己, 竹内宏一, 小林陽之助, 川上勝朗, 村岡徹二, 近藤俊夫, 内村伸生, 西垣正憲, 早川泰, 喜多村勇, 植田浩司, 門屋昭一郎, 広瀬端夫, 出口雅経, 山西弘一, 上田重晴, 高橋理明: 臨床とウイルス, 17,221~226, 1989
- 7) 丸山浩, 富澤一郎: 臨床とウイルス, 22,77~82, 1994
- 8) 厚生省保健医療局: 病原微生物検出情報, 118,251~253,1989
- 9) 厚生省保健医療局: 病原微生物検出情報, 120,22~23,1990
- 10) 早川泰: 臨床とウイルス, 8,282~288,1980
- 11) 木村三生夫: 臨床とウイルス, 8,258~270,1980



岐阜環研所報

Rep. Gifu H&E  
Res. Center

# 高速液体クロマトグラフィーによる尿中 クレアチニンの測定

今井 準三, 吉田 勲

## Determination of Urinary Creatinine by High-Performance Liquid Chromatography

Junzo IMAI\* and Isao Yoshida\*

### はじめに

クレアチニン (Cre) はクレアチンの代謝終末産物として尿中に排泄される。Creの筋肉内での生成が一定で、運動や尿量によって影響を受けず、糸球体よりろ過された後再吸収されないため、排泄量はほぼ一定で日差10%以下であるという<sup>1)</sup>。このため尿成分の尿量の寡多による濃度変化を補正するベースとして用いられることが多い。

尿Creの測定方法としては、アルカリ性ピクリン酸によるJaffe反応による赤色発色を利用する方法<sup>2)</sup>が一般的である。この方法は簡便ではあるが糖尿やアセトン尿では実際より高く出るなど特異性に問題があることが指摘されている<sup>2,3)</sup>。

最近、高速液体クロマトグラフ法 (HPLC) による尿Creの測定法が報告されている<sup>4-7)</sup>。HPLCによれば特異性が向上することが期待されるので、今回その条件について若干の検討を加えた。

### 材料および方法

#### 1. 試薬

Cre, ピクリン酸は和光純薬製, オクタンスルホン酸ナトリウム (NaOSA) はナカライ製, その他は試薬特級を使用した。

標準原液: Cre25mgを精秤し, 0.1N塩酸を加えて溶かし100mlとし, 冷蔵庫に保存した。

#### 2. HPLCによる測定法

尿0.5mlをとり0.03Mリン酸一カリウム ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , pH3) 4.5または9.5mlを加え良く混合し, メンブランフィルター (東洋アドバンテック, 0.45 $\mu\text{m}$ ) でろ過した。ろ液10 $\mu\text{l}$ について以下の条件でHPLCにより測定した。

別にCre標準原液を用時0.03M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (pH3) で100, 50, 20, 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ に希釈し標準液として同様に測定し, 得られた検量線より尿中含量を算出した。

HPLCはポンプは日立655A-11, 脱気装置は昭和電工KF-11, カラムオーブンは日立655A-52, オートインジェクターは日本分光851-ASを使用した。カラムはNucleosil 5C<sub>18</sub>(4 $\times$ 150mm), 溶離液は5mM NaOSA, 0.1mM EDTAを含む0.03M  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (pH3): アセトニトリル(1000:70, v/v) を用い, 40 $^\circ\text{C}$ , 流速1.0ml/minで操作した。検出器は紫外検出器 (島津SPD-6AV, UV<sub>215</sub>, 0.08AUFS), データ処理装置は日立D-2000を使用した。

#### 3. Jaffe反応法によるCre測定<sup>8)</sup>

HPLCによる測定で調製した10-20倍希釈尿1.0mlを小試験管にとり, 水1.5mlを加えよく混合した。次いで, 0.04Mピクリン酸溶液1.0ml, 0.75N水酸化ナトリウム溶液1.0mlを加え良く混合し, 室温に30分放置後分光光度計で波長515nmの吸光度を測定した。別にHPLC測定に使用したと同じCreの標準液 (50, 20,

\* 岐阜県保健環境研究所: 500 岐阜市野一色4丁目6番3号

\* Gifu Prefectural Health and Environment Research Center: 6-3, Noishiki 4chome, Gifu 500, Japan

10 $\mu$ g/ml) 1.0mlをとり、同様に操作して得た検量線からCre濃度を求めた。

結果および考察

1. Cre標準液の吸収スペクトル

HPLC溶離液で希釈したCre溶液の紫外部吸収スペクトルの極大吸収波長は215nm付近であった(図1)。したがって、HPLCの検出波長は215nmとした。

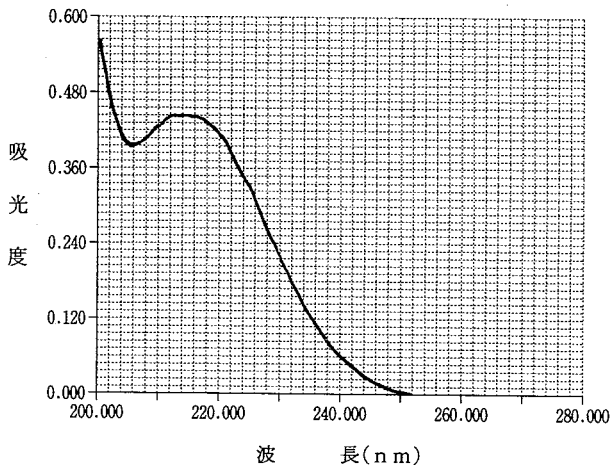


図1 クレアチニン標準液の吸収スペクトル (Cre: 10 $\mu$ g/ml)

2. 検量線

Cre標準原液を0.03M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(pH3)を用いて段階希釈しHPLCにより測定したところ、7.5-250 $\mu$ g/mlの間で十分な直線性を示した。検出限界(S/N=5)は0.014 $\mu$ g/ml (1.2 $\times$ 10<sup>-12</sup>mol)であった。通常の成人尿ではCreは1g/l程度であるので、10倍希釈すれば(100 $\mu$ g/ml)十分測定可能と思われた。

3. HPLC法とjaffe法の比較

同一尿の同一10-20倍希釈尿について、同一標準液を用いてHPLC法とjaffe法により測定した。両者の値は良く一致した(図2)。

jaffe法による測定は簡便ではあるが特異性に欠けるといわれ、今までの報告では<sup>5-7)</sup>すべてHPLC法が若干低い値が得られている。今回の成績においても、HPLC/jaffeが平均0.9682 (0.7477-1.060, n=46)で約3%低値であった。

クロマトグラム例を図3に示した。

Creのピークはシャープで、他の尿成分との分離も十分であった。

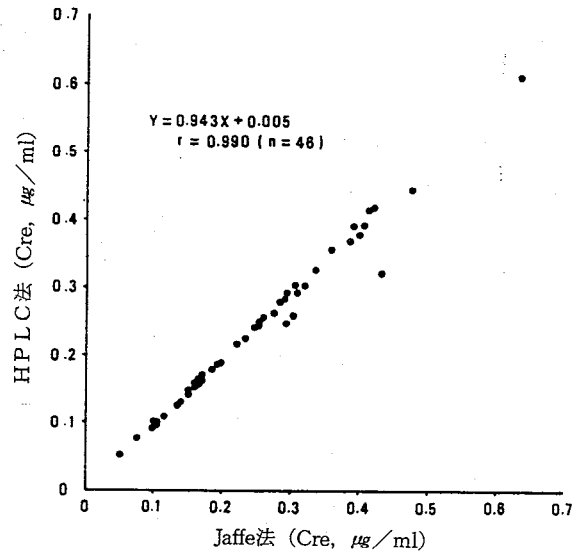


図2 HPLC法とjaffe法の比較

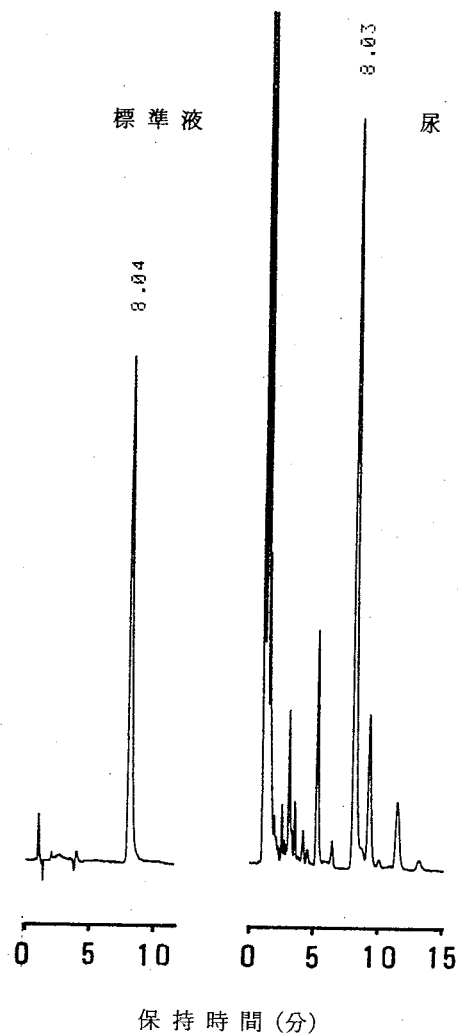


図3 クレアチニン標準液および成人尿のクロマトグラム (Cre: 50.1 $\mu$ g/ml, 尿は20倍希釈: 79.4 $\mu$ g/ml: 検出: 波長215nm, 0.08AUFS)

以上のことから、本法は尿中Creの測定に十分応用可能と思われた。また、Creの検出が紫外外部吸収であり非破壊的検出であることから、他の検出器の前に直列に連結し、同一検液でまずCreを測定し、次に他成分を測定することが可能と考えられ、検体の前処理誤差、ピペッティング誤差による変動を相殺できることが期待される。

#### 文 献

- 1) 齊藤正行, 北村元仕, 丹羽正治編: 臨床化学分析 II, p.56-57, 東京化学同人(第1版, 1968.9.10)
- 2) 齊藤正行, 北村元仕, 丹羽正治編: 臨床化学分析 II, p.79-81, 東京化学同人(第1版, 1968.9.10)
- 3) Sheshadri Naryanan, Harold D. Appleton: Creatinine: A Review, Clin. Chem., 26, 1119-1126, 1980
- 4) Masana Ogata, Toyohiro Taguchi: Simultaneous Determination of Urinary Creatinine and Metabolites of Aromatic Organic Solvents by Automated High Performance Liquid Chromatography, Ind., Health, 25, 225-228, 1987
- 5) 新川隆康: 高速液クロ(イオンペア)によるVMA, HVA, クレアチニンの同時定量, 日本マス・スクリーニング学会誌, 1, 198-199, 1991
- 6) 穴沢 昭, 世良保美, 佐藤秀世, 松本 勝, 大和田 操, 岡部郁夫: HPLCによる尿濾紙中VMA, HVA, ドーパミン, クレアチニンの同時測定法, 日本マス・スクリーニング学会誌, 2, 51-52, 1992
- 7) 田中稔泰, 一宮久恵, 佐々木俊継, 一宮庸一, 石川順一, 工藤 享, 岡 敏明: 神経芽腫の尿中カテコールアミンの測定, 日本マス・スクリーニング学会誌, 2, 53-54, 1992
- 8) 田中久子, 今井準三: 神経芽細胞腫マススクリーニング検査における防腐剤添加ろ紙利用の試み(第2報) クレアチニン定量, 岐阜衛研所報, 33, 27-30, 1988

岐阜県環境研究所

Rep. Gifu H&E  
Res.Center

# 表流水を水源とする水道原水中の総窒素、 総リン等の濃度について (第2報)

梶川正勝\*, 寺尾 宏\*, 村瀬秀也\*, 南部敏博\*,  
森 仁\*, 加藤邦夫\*, 鷲見 徹\*

## Nitrogen and Phosphorus Concentrations in the Surface-Water Used Drinking Water in Gifu Prefecture (II)

Masakatsu KAJIKAWA\*, Hiroshi TERAOKA\*, Hideya MURASE\*,  
Toshihiro NANBU\*, Hitoshi MORI\*, Kunio KATO\*, Tooru SUMI\*

## はじめに

水道水源として利用される河川、湖沼等の水質の富栄養化が問題とされている現在<sup>1)</sup>、安全でおいしい水を供給するためにも必要性の問われていた水道水源の水質保全に関する法律が平成6年3月に厚生省(水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律<sup>2)</sup>)及び環境庁(特定水質利水障害防止のための水道水源水域の水質の保全に関する特別措置法<sup>3)</sup>)から提案され制定の運びとなった。

このような状況下において、岐阜県内の水道水源の水質保全の一助とするため、昨年より水源水質の富栄養化について調査を行ってきた。

その結果、富栄養化の指標とされる総窒素、総リン、過マンガン酸カリウム消費量及びクロロフィルa濃度等の総合評価から、S町上水道F水源とM町S簡易水道のK水源の水質が富栄養化濃度に相当していることが推察された<sup>4)</sup>。

そこで今回はこの2施設の水道水源を対象に、より正確な資料を得ることを目的として、前回同様、富栄養化の指標項目である総窒素、総リン等の項目について調査を行った。

## 調査方法

## 1. 調査対象施設及び水源

調査対象施設はS町上水道とM町S簡易水道とし、水道施設の概要<sup>5)</sup>については表1に示した。

表1 調査対象施設の概要 平成5年3月31日現在

	現在給水人口 (人)	年間取水量 (千m <sup>3</sup> )	処理方式
S 町 上 水道	8,049 (計画9,230)	1,480 (表流水840)	急速ろ過 (O水源 緩速ろ過併用)
M 町 簡易水道	76 (計画 290)	106 (表流水)	緩速ろ過 (活性炭処理含む)

S町上水道の水源はF水源(ダム湖、地下水)とO水源(湖沼)である。このうち表流水を水源とするF水源(ダム湖)と前回の調査でクロロフィルa濃度の比較的高かったO水源を対象とした。

M町S簡易水道の水源はその上流にM湖(湖沼)を水源とするK水源(河川水)とR水源(谷川)であり、前回の調査時は渇水時であったため、取水源はK水源(M湖の放流水として扱う)のみであった。しかし、平常時はR水源の取水量が多いこと(約7割)から、R水源も含めてK水源、M湖を対象とした。以上のF、O、K、R、Mの5水源についてその概要を以下に示した。

\* 岐阜県保健環境研究所：500 岐阜市野一色4丁目6番3号

\* Gifu Prefectural Health and Environment Research Center:6-3, Noishiki 4chome, Gifu 500, Japan

**F水源**：F水源は水道のほか農業用水等を利用目的としたダム湖を水源とし、ダムの直上左岸の取水井から隣接する浄水場に取水されている。この水源は滋賀県に源を発し、上流域には農山村、工場等が存在している。貯水量は12万5000トンであり、S上水道の表流水水源の取水量の2/3～3/4を占めている。

**O水源**：O水源は水道のほか農業用水としても利用されるOダムを水源とし、ダムの下方に隣接する浄水場に取水されている。上流域は山林地帯であり、流域行程も短く、人家等は存在しない。貯水量は3万トンで、S町上水道の表流水を水源とする取水量の1/4～1/3を占めている。

**K水源**：K水源はM湖より下流約1KmのK川左岸の着水井より、上方に位置する浄水場に取水されている。上流域は山林地帯であり、流域行程も短く、通常はM湖の放流水以外に周辺山林からの集水を含めているが、渇水時にはM湖の湖沼水が主となることもある。

**R水源**：R水源は付近の山林域から集水する谷川を水源としており、小堰堤から浄水場に取水されている。

流域面積は少なく渇水時には水量が著しく減少するため水源としては安定性に欠けるが、通常時はS簡易水道の取水量の約7割を占めている。

**M湖**：M湖はK水源の最上流部に位置しており、防災溜め池等の目的で建設された。その主な流入河川であるH川の流域には人家、畜産施設が存在している。

このような状況下にあるため湖水の富栄養化が進み

<sup>9)</sup>、昭和60年にはリン排出基準の指定湖沼にされた<sup>7)</sup>。通常時、M湖の放流水はK川に流入して水道水源としても一部分利用されているが、特に渇水時にはR水源の取水量が少なくなるため、K水源の貴重な供給源となっている。

## 2. 調査期間及び採水方法

調査期間は平成5年5月～平成6年3月とし、月1回の通年調査で、上旬～中旬時に実施した。

採水方法は浄水場取水口及び河川の表層からガラスびん(1ℓ)とポリエチレンびん(5ℓ)に試料を採取した。M湖については取水塔近くのボート乗り場で表層より採取した。

## 3. 調査項目及び試験方法

調査項目は総窒素、総リン、過マンガン酸カリウム消費量、クロロフィルa、臭気等とし、試験方法は上水試験方法(1993年版)によった<sup>8)</sup>。

## 結果及び考察

今回対象としたS町上水道のF水源、O水源及びM町S簡易水道のK水源、R水源、M湖の水質測定結果を富栄養化の指標項目である総窒素、総リン、過マンガン酸カリウム消費量及びクロロフィルaの濃度について、前回測定値及び富栄養化濃度参考値<sup>9,10,11,12)</sup>と合わせて表2に、官能試験による臭気の種類について表3に示した。また、各水源ごとの上記水質項目の通年変化を図1～5に示した。

表2 水質測定結果(範囲及び平均値)

( ): 平均値

	総窒素 mg/l	総リン mg/l	KMnO4 消費量 mg/l	クロロフィルa µg/l
F 水源 (n=11)	0.55~1.52	0.002~0.095	1.2~6.1	0.3~18.9
(前回H4.9月)	(1.16) 0.96	(0.035) 0.050	(2.8) 6.4	(2.9) 35.5
O 水源 (n=11)	0.30~1.04	0.002~0.043	1.6~5.3	0.3~35.9
(前回H4.9月)	(0.64) 0.34	(0.022) 0.005	(3.1) 2.7	(13.3) 7.1
K 水源 (n=11)	0.65~1.72	0.014~0.096	4.0~12.1	1.3~26.1
(前回H4.9月)	(1.17) 1.44	(0.048) 0.049	(7.3) 9.4	(7.8) 9.5
R 水源 (n=11)	0.02~0.55	0.000~0.024	2.4~6.8	0.1~0.9
	(0.21)	(0.011)	(4.5)	(0.32)
M 湖 (n=8)	0.98~2.53	0.033~0.195	8.2~21.7	24.9~278, 48.2
	(1.46)	(0.072)	(12.4)	(69.0), (34.1)
(参考) 富栄養化濃度	0.2以上	0.035以上	3.0以上	8.0以上

但し、M湖の48.2(34.1)は最大値278を異常値として除いた場合です。

表 3 水質測定結果 (臭気)

	臭気の種類
F 水源	微藻臭～藻臭 (土臭)
O 水源	微藻臭～藻臭, 微青草臭～青草臭
K 水源	微藻臭～藻臭, 微かび臭～かび臭 (7,8,9,1,2,3月)
R 水源	微藻臭
M 湖	微藻臭～藻臭, 微かび臭～かび臭 (8,9,12,1,2,3月)

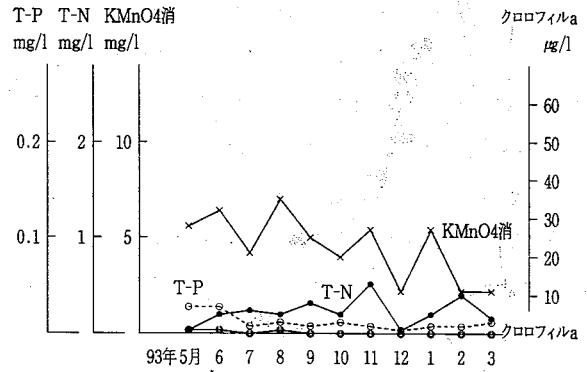


図 4 R水源の通年水質結果

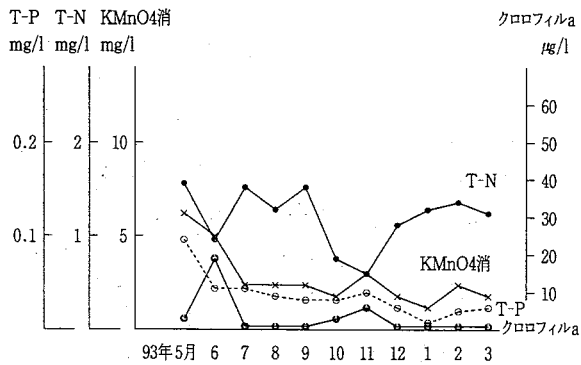


図 1 F水源の通年水質結果

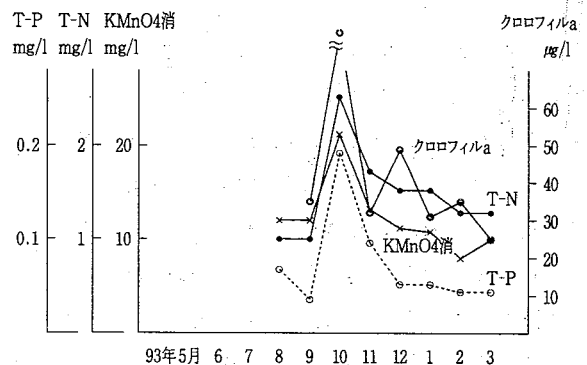


図 5 M湖の通年水質結果

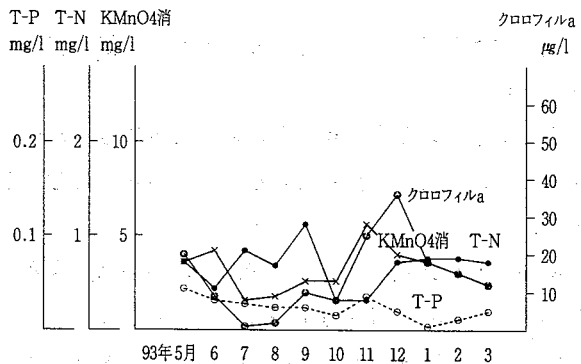


図 2 O水源の通年水質結果

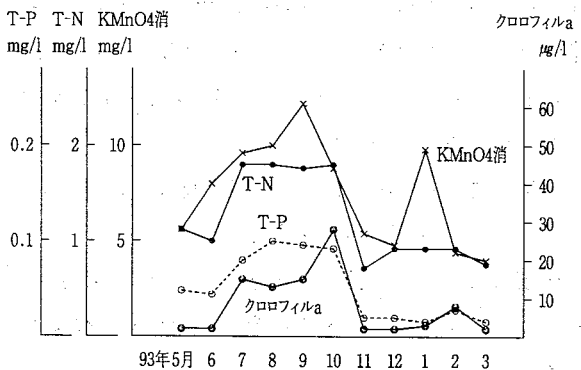


図 3 K水源の通年水質結果

F 水源の通年調査の結果は総窒素0.55～1.52mg/l, 平均値1.16mg/l, 総リン0.002～0.095mg/l, 平均値0.035mg/l, 過マンガン酸カリウム消費量1.2～6.1mg/l, 平均値2.8mg/l, クロロフィル a 0.3～18.9µg/l, 平均値2.9µg/lであった。臭気は無臭から微土臭, 微藻臭, 藻臭であった。

前回の調査 (平成 4 年 9 月) の結果である総窒素 0.96mg/l, 総リン 0.050mg/l, 過マンガン酸カリウム消費量 6.4mg/l, クロロフィル a 35.5µg/l と比べると, 総窒素, 総リンは前回同様比較的高い値を示したが, 過マンガン酸カリウム消費量, クロロフィル a 濃度は低い値を示した。

図 6 に関ヶ原気象観測点における前回 (平成 4 年 8 月～10月) を含めて, 今回 (平成 5 年 4 月～平成 6 年 3 月) の気温, 降水量, 日照時間を示した<sup>13)</sup>。

前回の調査 (9 月) と比較すると, 降水量が多く, 日照時間も少なかった。クロロフィル a 濃度が前回に比べてかなり低くなったのもこれらの要件が起因したものと思われる。

F ダムは貯水量からも小規模なダムであり, 渇水期

を除くと通常時はダム湖内滞留時間は2~3日と短い。そのため、総窒素、総リン濃度が富栄養化濃度に相当していても、藻類生産量を示すクロロフィルa濃度が低い結果を示したものと思われる。

○水源の通年調査の結果は、総窒素0.30~1.04mg/l、平均値0.64mg/l、総リン0.002~0.043mg/l、平均値0.022mg/l、過マンガン酸カリウム消費量1.6~5.3mg/l、平均値3.1mg/l、クロロフィルa0.3~35.9 $\mu$ g/l、平均値13.3 $\mu$ g/lであり、4項目とも富栄養化濃度に相当していた。臭気は藻臭のほか、冬期に青草臭を認めた。

前回の9月の結果である総窒素0.34mg/l、総リン0.005mg/l、過マンガン酸カリウム消費量2.7mg/l、クロロフィルa7.1 $\mu$ g/lと比べると高濃度であった。

クロロフィルa濃度から見た藻類の生産は5月、6月と高く、7月、8月の夏期に低く、11月、12月、1月に再び高くなる傾向を示した。この高濃度を示したのは降水量が少なく、日照量の多い期間であった。

K水源の通年調査の結果は、総窒素0.65~1.72mg/l、平均値1.17mg/l、総リン0.014~0.096mg/l、平均値0.048mg/l、過マンガン酸カリウム消費量4.0~12.1mg/l、平均値7.3mg/l、クロロフィルa1.3~26.1 $\mu$ g/l、平均値7.8 $\mu$ g/lであり、4項目とも富栄養化濃度に相当していた。

臭気は藻臭のほか、7月、8月、9月の夏期と1月、2月、3月の冬期にかび臭を認めた。

各項目の経時変化は、図3から夏期から秋期にかけて高くなる傾向にあった。また、項目ごとの濃度変化は全てほぼ類似したパターンを示した。

図7の美濃加茂気象観測点における調査期間中の降水量<sup>13)</sup>をみると、夏期から秋期にかけて減少しており、水質と逆の関係がみられた。K水源はM湖の放流水の影響が大きいと考えられ、後述するM湖の水質と比較してみても、この湖沼の影響をかなり受けているものと思われる。

R水源の通年調査の結果は、総窒素0.02~0.55mg/l、平均値0.21mg/l、総リン0.000~0.024mg/l、平均値0.011mg/l、過マンガン酸カリウム消費量2.4~6.8mg/l、平均値4.5mg/l、クロロフィルa0.1~0.9 $\mu$ g/l、平均値0.3 $\mu$ g/lであった。過マンガン酸カリウム消費量が比較的高いほかは富栄養化濃度以下であった。

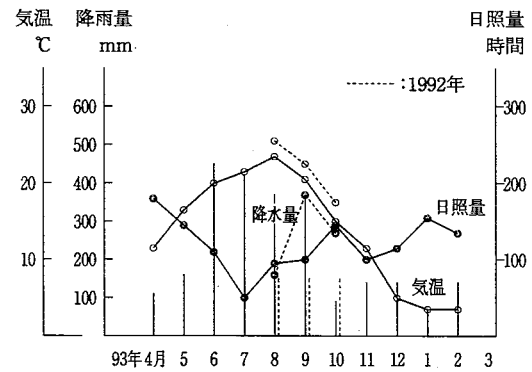


図6 関ヶ原観測点における気温・降雨・日照量

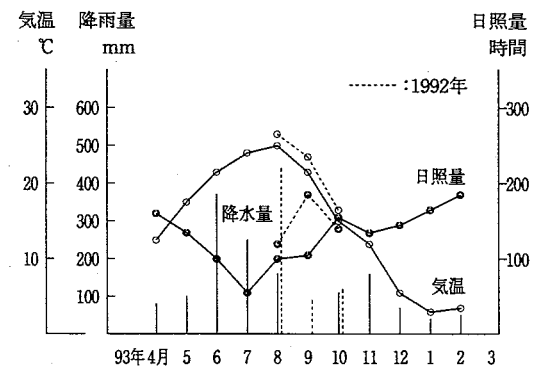


図7 美濃加茂観測点における気温・降雨・日照量

臭気は微藻臭であり、通常の表流水の臭気と変わらなかった。

図4に示すように、年間をとおして各項目の変化は少なく、水質的には良好で安定しているものと考えられる。

M湖の通年調査(8月より開始)の結果は、総窒素0.98~2.53mg/l、平均値1.46mg/l、総リン0.033~0.195mg/l、平均値0.072mg/l、過マンガン酸カリウム消費量8.2~21.7mg/l、平均値12.4mg/l、クロロフィルa24.9~278.4 $\mu$ g/l、平均値69.0 $\mu$ g/l(278.4 $\mu$ g/lを異常値として除くとき、クロロフィルa24.9~48.2 $\mu$ g/l、平均値34.1 $\mu$ g/l)であった。これらの項目は富栄養化濃度をかなり上回っていた。

臭気は藻臭のほか、8月、9月の夏期と12月、1月、2月、3月の冬期にかび臭を認めた。

各項目の変化は、図5に示されるように10月に最高を示した。また項目ごとの濃度変化は相互に類似したパターンを示した。

## ま と め

S町上水道のF水源及びO水源とM町S簡易水道のK水源、R水源及びK水源の水源池であるM湖の水質について、富栄養化指標項目を中心に通年調査を行った結果は次のようであった。

1) F水源は、年間を通して総窒素濃度が富栄養化濃度に相当し、総リン濃度も富栄養化濃度を越すことが多かった。しかし、藻類の生産量を示すクロロフィルaの濃度は低かった。これは小ダム湖であることから、通常時では滞留時間が短いため藻類の生産量が低いものと推察される。

一方、O水源は、総窒素、総リン、過マンガン酸カリウム消費量及びクロロフィルaが富栄養化濃度に相当しており、秋から冬にかけて高くなる傾向にあった。

2) S簡易水道の主水源であるR水源は谷川水であり、過マンガン酸カリウム消費量を除いて水質も良好であり、通年変化も少ない水源であることがわかった。

また、K水源の水質は、総窒素、総リン、過マンガン酸カリウム消費量及びクロロフィルa濃度が富栄養化濃度に相当し、かび臭も認められた。これは富栄養化指定湖沼であり、かび臭の発生が認められているM湖の影響を受けているものと推察される。

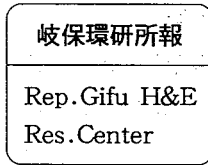
## 謝 辞

この調査を終えるにあたり、ご協力を頂いた岐阜県簡易水道協会をはじめ県業務水道課、県保健所及び関係町役場水道課の皆様に深謝します。

## 参 考 文 献

- 1) 厚生省生活衛生局水道環境部水道整備課監修：湖沼・貯水池を対象とした水道水源保全マニュアル，日本水道協会，平成元年12月
- 2) 籾木儀郎：資源環境対策，30-3,10-17,1994
- 3) 太田 進：資源環境対策，30-3,1-9,1994
- 4) 梶川他：岐阜県保健環境研究所報，No.1,93-99,1993
- 5) 岐阜県衛生環境部業務水道課：岐阜県における水道の概況 1993
- 6) 角田他：岐阜県公害研究所年報，No.15,31-36,1987
- 7) 窒素含有量又は磷含有量についての排水基準に係る湖沼を定める件：環境庁告示第27号（昭和60年5月30日）
- 8) 厚生省生活衛生局水道環境部監修：上水試験方法，日本水道協会，1993
- 9) 日本水質汚濁研究会編：湖沼環境調査指針，公害対策技術同友会，1984
- 10) 衛生常設委員会報告：水道水のかび臭の原因と対策(1)，水道協会誌532号，67-90,1979
- 11) 衛生常設委員会報告：水道水のかび臭の原因と対策(2)，水道協会誌533号，81-108,1979
- 12) 衛生常設委員会報告：水道水のかび臭の原因と対策(3)，水道協会誌536号，80-106,1979
- 13) 財団法人日本気象協会岐阜支部：岐阜県気象月報，第32巻第8～10号，第33巻第4～12号，第34巻第1～3号





# 長良川河川水の水道水源としての水質評価について

森 仁\*, 梶川 正勝\*, 形見 武男\*,  
加藤 邦夫\*

Evaluation of water quality of Nagara river as the source of water supply

Hitoshi MORI\*, Masakatsu KAJIKAWA\*, Takeo KATAMI\*  
and Kunio Kato\*

## はじめに

近年、産業や生活活動の多様化に伴い、多種多様な化学物質の使用による自然水域の汚染が懸念されている。一方、国民の水道水に対する最近のニーズは、「安全でおいしい水」と言われるような「質の高い」水の供給が求められるようになってきた<sup>1)</sup>。

こうした状況において、厚生省<sup>2)</sup>と環境庁<sup>3,4)</sup>では水道水、環境水、工場排水等について、水質基準等の拡充、強化、大幅な見直しを行うなどの法体系の整備を行った。

ところで、当県は木曾川、長良川、揖斐川の三大清流を有し、全国有数の豊かな水に恵まれた県であり、これらの清流は、重要な水資源であるとともに貴重な財産である。

そこで、著者らは今後の河川水の水道水源としての水利用を勘案し、大日岳に源を発し県の中央部を貫流し、伊勢湾に注いでいる全長約165kmの長良川の水質について、水道法の水質基準を参考に水質評価を行うとともに、おいしい水、健康に良い水としての水質評価を試みたので、その概要を報告する。

## 調査方法

### 1 採水箇所及び試料

採水箇所は次の6箇所とし、その地点を図1に示した。

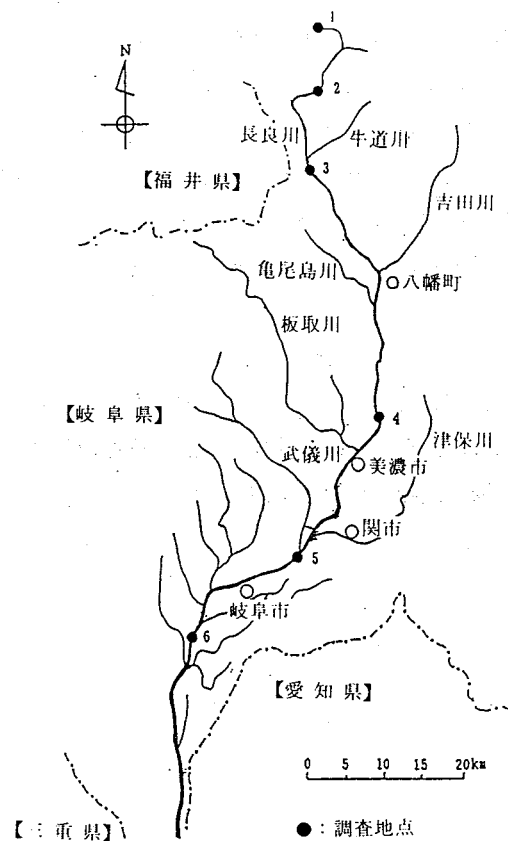


図1 採水地点の概略図

注) 1: 夫婦滝 2: 天王橋 3: 上方場橋  
4: 白石橋 5: 藍川橋 6: 長良大橋

\* 岐阜県保健環境研究所, 藪田庁舎: 500 岐阜市藪田南5丁目14番12号

\* Gifu Prefectural Health and Environment Research Center: 14-12, Yabuta Minami 5chome, Gifu 500, Japan

長良川河川水：源流 夫 婦 滝（高鷲村）  
 上流域 天 王 橋（高鷲村）  
 上万場橋（大和村）  
 中流域 白 石 橋（美並村）  
 藍 川 橋（岐阜市）  
 下流域 長良大橋（岐阜市）

なお、参考として現在市販されている国内外産のミネラル水及び県下の名水の一つである宗祇水も試料とした。

岐阜県の名水：宗祇水（八幡町）  
 国内産ミネラル水：天霊水，南アルプスの天然水六甲のおいしい水，山崎の天然水  
 外国産ミネラル水：Volvic，Vittel

Evian，Norwater

## 2 測定項目及び分析方法等

測定項目：水道水の基準項目（一般細菌，大腸菌群を除く）44成分（健康に関する項目27，水道水が有すべき性状に関する項目17），快適水質項目及びその他の水質項目17成分の測定を実施した。その測定項目を付表に示した。

分析方法：厚生省令第69号に準拠した<sup>2)</sup>。

官能試験：試料を20℃に調整し，20名のパネラーによる味，臭気及び総合評価を表1に示した評価法により実施した。

なお，各項目の最高点は40点である。

表1 官能試験の評価法

項目	1	2	3
味	おいしい(2)	普通(1)	まずい(0)
臭気	なし(2)	少し有る(1)	有る(0)
総合評価	おいしい(2)	普通(1)	まずい(0)

( ) 得点数

## 結 果

長良川の河川水，宗祇水及びミネラル水の水質測定

結果を付表1～4に示した。

### 1 安全性の評価

#### 1.1 健康に関する項目

平成5年12月1日に施行された水道法の水質基準では安全性・信頼性確保のため，29項目が「健康に関する項目」とされ，生涯にわたり連続的に摂取をしても人の健康に影響を生じない水準をもとに基準値が設定された。

そこで，長良川河川水等について，「健康に関する項目」の評価を行った。その結果，長良川河川水及び宗祇水，国産ミネラル水，一部の外国産ミネラル水を除いて水質基準値（一般細菌，大腸菌群を除く）以内であった。

なお，水質基準値を越えていたミネラル水は，厚生省が示しているミネラル水の成分規格には適合していた。

#### 1.2 水道水が有すべき性状に関する項目

今回の改正では水道水としての基礎的・機能的条件の確保のため，「水道水が有すべき性状に関する項目（17項目）」とされ，生活利用上あるいは施設の管理上障害の生ずるおそれがない水準をもとに水質基準が設定された。

そこで，長良川河川水等について「水道水が有すべき性状に関する項目（17項目）」の評価を行った。長良川河川水では長良大橋の色度が7度と基準値を越えていたが，それ以外の河川水及び宗祇水はすべて基準値以内であった。ミネラル水では外国産のものが硬度，蒸発残留物で水質基準値を越えていたが，清涼飲料の成分規格には適合していた。

### 2 おいしい水の評価

厚生省の「おいしい水研究会」は昭和60年4月「おいしい水の要件」<sup>3)</sup>を示した。

そこで，長良川河川水等について「おいしい水の要件」と比較するため，水質測定結果をもとに源流，上流域，中流域，下流域等に分類し表2に示した。長良

表2 おいしい水の要件と水質測定結果

項目	おいしい水研究会の示した要件	長良川(源流)	長良川(上流域) (平均値)	長良川(中流域) (平均値)	長良川(下流域)	国産ミネラル水 (平均値)	外国産ミネラル水 (平均値)
蒸発残留物(mg/l)	30～200	32	55	63	96	110	380
硬 度(mg/l)	10～100	7.5	16	23	40	56	250
遊離炭酸(mg/l)	3～30	2.1	1.6	1.9	6.5	7.3	15
過マンガン酸カリウム消費量 (mg/l)	3以下	0.8	1.1	1.1	2.4	0.2	0.4

表3 官能試験結果

項目	長良川(源流)	長良川(上流域) (平均値)	長良川(中流域) (平均値)	長良川(下流域)	国産ミネラル水 (平均値)	外国産ミネラル水 (平均値)
味	24	17	21	9	22	18
臭気	37	33	34	22	36	32
総合評価	28	18	19	8	23	17

川河川水は、表流水であるため、遊離炭酸が「おいしい水の要件」の範囲を若干下回っていたが、それ以外の項目はほぼ要件以内であり、おいしい水と評価された。

また、宗祇水、ミネラル水はおいしい水の要件を満たしていた。

### 3 官能試験による水の評価

臭気、味及び総合評価について、20名のパネラーで官能試験を実施し、得点数の合計で評価を行った。その結果を表3に示した。

長良川河川水は、下流域の長良大橋を除いて味、臭気及び総合評価で市販のミネラル水とほぼ同程度と評価され、特に長良川源流の夫婦滝は臭気、総合評価で最高点と最も高い評価を得た。

### 4 ミネラルバランス法による水質評価

橋本等<sup>9)</sup>は、飲料水のミネラルのバランスからおいしい水指標(O Index)、健康な水指標(K Index)を提案している。その、計算式を下記に、水質分類を表4に示した。

おいしい水指標(O Index)

$$O \text{ Index (OI)} = Ca + K + SiO_2 / Mg + SO_4$$

健康な水指標(K Index)

$$K \text{ Index (KI)} = Ca - 0.87Na$$

表4 OI, KI指標と水質分類<sup>9)</sup>

指標の大小	カテゴリー
$OI \geq 2.0 \cdot KI \geq 5.2$	おいしく・健康な水
$OI \geq 2.0 \cdot KI < 5.2$	おいしい水
$OI < 2.0 \cdot KI < 5.2$	いずれにも属さない水
$OI < 2.0 \cdot KI \geq 5.2$	健康な水

OI: おいしい水指標 (O Index)

KI: 健康な水指標 (K Index)

ミネラルバランス法は、地下水を対象とした分類であり、長良川のような表流水に適用することは議論のあるところであるが、この手法によって長良川河川水

等の水質評価を試みた。その水質分類の結果を表5に示した。

表5 長良川等の水質分類

検体名	OI	KI
長良川(源流)	1.0	0.5
長良川(上流域)	*1.0	*1.8
長良川(中流域)	*4.5	*5.5
長良川(下流域)	9.5	8.1
宗祇水	6.8	1.4
国産ミネラル水	*5.7	*9.8
外国産ミネラル水	*4.5	*4.2

\*は平均値

長良川源流及び長良川上流域の水は「いずれにも属さない水」、長良川中・下流域の水は「おいしく・健康な水」、宗祇水は「おいしい水」、市販のミネラル水は「おいしく・健康な水」に分類された。

長良川中・下流域の水は「おいしく・健康な水」と評価された。

## ま と め

長良川河川水、宗祇水、市販のミネラル水を対象に「安全な水」、「おいしい水」、「健康に良い水」について水質の評価を実施し、以下の結果を得た。

- 1) 長良川の夫婦滝、天王橋、上万場橋、白石橋、藍川橋、長良大橋付近の河川水は、水道水の水質基準値(一般細菌、大腸菌群を除く)以内であった。
- 2) 長良川河川水は、おいしい水研究会が示した「おいしい水の要件」の条件をほぼ満たしていた。
- 3) 長良川河川水は、官能試験による水質評価では下流域の長良大橋を除いて味、臭気及び総合評価でミネラル水と同程度と評価され、源流の夫婦滝が最も高い評価を得た。
- 4) ミネラルバランス法による水質評価では、長良川中・下流域の水は「おいしく・健康な水」に分類され

た。

最後に、本報告は平成5年度ぎふハイテク得意技術活用研究会「環境アナテック研究会（おいしい水を求めて）」の研究課題として実施したものである。

調査にあたっては、県内の水質測定分析関係の環境計量証明事業所のご協力を賜ったものであり、研究員各位に深謝申し上げます。

#### 文 献

- 1) 上脇雅代, 寺澤真実, 増田豊, 鵜澤昌好: 日本食品工業学雑誌, 39, 432-438, 1992
- 2) 厚生省令第69号 (平成4年12月21日)
- 3) 環境庁告示第16号 (平成5年3月8日)
- 4) 総理府令第54号 (平成5年12月27日)
- 5) 厚生省「おいしい水研究会」報告 (昭和60年4月24日)
- 6) 橋本奨, 藤田正憲, 古川憲治, 南 純: 水処理技術, 30, 13-28, 1988

付 表 1

	項 目	基 準 値	河 川 水 (長良川)			
			夫 婦 滝	天 王 橋	上 万 場 橋	白 石 橋
健 康 に 関 す る 項 目	カドミウム	0.01 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	水 銀	0.0005 mg/ℓ以下	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
	セレン	0.01 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	鉛	0.05 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	ヒ 素	0.01 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	六価クロム	0.05 mg/ℓ以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	シアン	0.01 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10 mg/ℓ以下	<0.1	0.1	0.2	0.2
	フッ素	0.8 mg/ℓ以下	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	四塩化炭素	0.002 mg/ℓ以下	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
	1,2-ジクロロエタン	0.004 mg/ℓ以下	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
	1,1-ジクロロエチレン	0.02 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	ジクロロメタン	0.02 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	テトラクロロエチレン	0.01 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,1,2-トリクロロエタン	0.006 mg/ℓ以下	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
	トリクロロエチレン	0.03 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	ベンゼン	0.01 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	クロロホルム	0.06 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	ジプロモクロロメタン	0.1 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
プロモジクロロメタン	0.03 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
プロモホルム	0.09 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
総トリハロメタン	0.1 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
1,3-ジクロロプロペン(D-D)	0.002 mg/ℓ以下	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	
シマジン(CAT)	0.003 mg/ℓ以下	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	
チウラム	0.006 mg/ℓ以下	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	
チオベンカルブ(ベンチオカーブ)	0.02 mg/ℓ以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	
水 道 水 が 有 す べ き 性 状 に 関 す る 項 目	亜 鉛	1.0 mg/ℓ以下	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	鉄	0.3 mg/ℓ以下	<0.03	0.04	<0.03	<0.03
	銅	1.0 mg/ℓ以下	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	ナトリウム	200 mg/ℓ以下	1.9	3.4	3.5	3.4
	マンガン	0.05 mg/ℓ以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	塩素イオン	200 mg/ℓ以下	0.7	1.6	1.6	1.5
	カルシウム・マグネシウム等(硬度)	300 mg/ℓ以下	7.5	14.5	18.1	21.1
	蒸発残留物	500 mg/ℓ以下	32	55	55	60
	陰イオン界面活性剤	0.2 mg/ℓ以下	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	1,1,1-トリクロロエタン	0.3 mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	フェノール類	0.005 mg/ℓ以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	10 mg/ℓ以下	0.8	0.9	1.3	1.3
	pH値	5.8以上 8.6以下	6.4	6.5	6.9	7.1
	味	異常でないこと	(-)	(-)	(-)	(-)
	臭 気	異常でないこと	(-)	微藻臭	(-)	藻臭
色 度	5度以下	<1	2	3	3	
濁 度	2度以下	<0.5	0.5	1	1	
快 適 ・ そ の 他 の 水 質 項 目	カルシウム	mg/ℓ	2.1	4.2	5.3	7.1
	カリウム	mg/ℓ	0.38	0.82	0.78	0.63
	マグネシウム	mg/ℓ	0.51	0.09	0.08	1.0
	珪酸(SiO <sub>2</sub> )	mg/ℓ	17	23	19	14
	硫酸イオン	mg/ℓ	0.4	0.8	1.7	2.7
	電気伝導度	μs/cm	23	42	49	56
	総酸度	mg/ℓ	2.3	1.8	1.8	1.8
	鉍酸酸度	mg/ℓ	0	0	0	0
	遊離炭酸*	mg/ℓ	2.1	1.6	1.6	1.6
	総アルカリ度	mg/ℓ	10.0	18.1	18.9	21.1
	ランゲリア指数*	-1程度以上とし、極力0に近づける	-3.37	-2.83	-2.25	-2.02
(官能試験)	味		24	18	15	22
	臭気		37	34	31	31
	総合評価		28	20	16	20

\*快適水質項目

付 表 2

	項 目	基 準 値	河 川 水(長良川)		名水宗祇水
			藍 川 橋	長 良 大 橋	
健 康 に 関 す る 項 目	カドミウム	0.01 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	水 銀	0.0005 mg/ℓ 以下	<0.00005	<0.00005	<0.00005
	セレン	0.01 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	鉛	0.05 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	ヒ 素	0.01 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	六価クロム	0.05 mg/ℓ 以下	<0.005	<0.005	<0.005
	シアン	0.01 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10 mg/ℓ 以下	0.3	1.4	1.8
	フッ素	0.8 mg/ℓ 以下	<0.05	<0.05	<0.05
	四塩化炭素	0.002 mg/ℓ 以下	<0.0002	<0.0002	<0.0002
	1,2-ジクロロエタン	0.004 mg/ℓ 以下	<0.0004	<0.0004	<0.0004
	1,1-ジクロロエチレン	0.02 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	ジクロロメタン	0.02 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	テトラクロロエチレン	0.01 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	1,1,2-トリクロロエタン	0.006 mg/ℓ 以下	<0.0006	<0.0006	<0.0006
	トリクロロエチレン	0.03 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	ベンゼン	0.01 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	クロロホルム	0.06 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	ジプロモクロロメタン	0.1 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	プロモジクロロメタン	0.03 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	プロモホルム	0.09 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	総トリハロメタン	0.1 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
1,3-ジクロロプロペン(D-D)	0.002 mg/ℓ 以下	<0.0002	<0.0002	<0.0002	
シマジン(CAT)	0.003 mg/ℓ 以下	<0.0003	<0.0003	<0.0003	
チウラム	0.006 mg/ℓ 以下	<0.0006	<0.0006	<0.0006	
チオベンカルブ(ベンチオカーブ)	0.02 mg/ℓ 以下	<0.002	<0.002	<0.002	
水 道 水 が 有 す べ き 性 状 に 関 す る 項 目	亜 鉛	1.0 mg/ℓ 以下	<0.01	<0.01	<0.01
	鉄	0.3 mg/ℓ 以下	<0.03	0.24	<0.03
	銅	1.0 mg/ℓ 以下	<0.01	<0.01	<0.01
	ナトリウム	200 mg/ℓ 以下	3.4	6.1	7.7
	マンガン	0.05 mg/ℓ 以下	<0.005	<0.005	<0.005
	塩素イオン	200 mg/ℓ 以下	2.2	4.2	5.3
	カルシウム・マグネシウム等(硬度)	300 mg/ℓ 以下	26	40	24
	蒸発残留物	500 mg/ℓ 以下	66	96	79
	陰イオン界面活性剤	0.2 mg/ℓ 以下	<0.02	<0.02	<0.02
	1,1,1-トリクロロエタン	0.3 mg/ℓ 以下	<0.001	<0.001	<0.001
	フェノール類	0.005 mg/ℓ 以下	<0.005	<0.005	<0.005
	有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	10 mg/ℓ 以下	1.0	2.4	0.5
	pH値	5.8以上 8.6以下	7.0	6.9	6.0
	味	異常でないこと	(-)	(-)	(-)
	臭 気	異常でないこと	微藻臭	藻臭	(-)
色 度	5度以下	<1	7	<1	
濁 度	2度以下	<0.5	2	<0.5	
快 適 ・ そ の 他 の 水 質 項 目	カルシウム	mg/ℓ	9.6	13	8.1
	カリウム	mg/ℓ	0.59	1.18	1.92
	マグネシウム	mg/ℓ	1.31	2.06	1.2
	珪酸(SiO <sub>2</sub> )	mg/ℓ	9.6	13	12
	硫酸イオン	mg/ℓ	3.8	7.4	5.5
	電気伝導度	μs/cm	70	90	90
	総酸度	mg/ℓ	2.5	7.4	19
	鉍酸酸度	mg/ℓ	0	0	0
	遊離炭酸*	20 mg/ℓ	2.2	6.5	16.8
	総アルカリ度	mg/ℓ	25.8	33.9	20.4
	ランゲリア指数*	-1程度以上とし、極力0に近ずける	-1.93	-1.75	-3.01
(官能試験)	味		20	9	22
	臭気		37	22	36
	総合評価		17	8	23

\*快適水質項目

付 表 3

	項 目	基 準 値		国 産 ミ ネ ラ ル 水			
				大 壺 水	六甲のおいしい水	山崎の天然水	南アルプスの天然水
健 康 に 関 す る 項 目	カドミウム	0.01	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	水 銀	0.0005	mg/ℓ以下	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
	セレン	0.01	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	鉛	0.05	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.009	<0.001
	ヒ 素	0.01	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	六価クロム	0.05	mg/ℓ以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	シアン	0.01	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10	mg/ℓ以下	0.1	1.9	1.3	0.4
	フッ素	0.8	mg/ℓ以下	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	四塩化炭素	0.002	mg/ℓ以下	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
	1,2-ジクロロエタン	0.004	mg/ℓ以下	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
	1,1-ジクロロエチレン	0.02	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	ジクロロメタン	0.02	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	テトラクロロエチレン	0.01	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,1,2-トリクロロエタン	0.006	mg/ℓ以下	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
	トリクロロエチレン	0.03	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	ベンゼン	0.01	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	クロロホルム	0.06	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	ジプロモクロロメタン	0.1	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	プロモジクロロメタン	0.03	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	プロモホルム	0.09	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	総トリハロメタン	0.1	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,3-ジクロロプロペン(D-D)	0.002	mg/ℓ以下	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
	シマジン(CAT)	0.003	mg/ℓ以下	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
	チウラム	0.006	mg/ℓ以下	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
チオベンカルブ(ベンチオカーブ)	0.02	mg/ℓ以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	
水 道 水 が 有 す べ き 性 状 に 関 す る 項 目	亜 鉛	1.0	mg/ℓ以下	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	鉄	0.3	mg/ℓ以下	<0.03	0.03	<0.03	<0.03
	銅	1.0	mg/ℓ以下	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	ナトリウム	200	mg/ℓ以下	3.0	18	11	4.4
	マンガン	0.05	mg/ℓ以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	塩素イオン	200	mg/ℓ以下	1.2	14.0	8.7	1.1
	カルシウム・マグネシウム等(硬度)	300	mg/ℓ以下	31	80	84	28
	蒸発残留物	500	mg/ℓ以下	60	162	148	69
	陰イオン界面活性剤	0.2	mg/ℓ以下	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	1,1,1-トリクロロエタン	0.3	mg/ℓ以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	フェノール類	0.005	mg/ℓ以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	10	mg/ℓ以下	<0.2	0.4	<0.2	<0.2
	pH値	5.8以上 8.6以下		7.1	7.2	7.2	6.8
	味	異常でないこと		(-)	(-)	(-)	(-)
臭 気	異常でないこと		(-)	(-)	(-)	(-)	
色 度	5度以下		<1	<1	<1	<1	
濁 度	2度以下		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
快 適 ・ そ の 他 の 水 質 項 目	カルシウム		mg/ℓ	11	24	27	9.6
	カリウム		mg/ℓ	0.45	0.27	0.93	3.2
	マグネシウム		mg/ℓ	1.0	4.5	3.8	1.2
	珪酸(SiO <sub>2</sub> )		mg/ℓ	16	31	21	20
	硫酸イオン		mg/ℓ	1.5	14	21	2.9
	電気伝導度		μs/cm	73	226	209	83
	総酸度		mg/ℓ	2.1	8.8	10	12
	鉍酸酸度		mg/ℓ	0	0	0	0
	遊離炭酸*	20	mg/ℓ	1.9	7.8	9.0	10.6
	総アルカリ度		mg/ℓ	33.2	69.8	64.9	33.2
ランゲリア指数*			-1程度以上とし、極力0に近ずける	-1.31	0.84	1.0	-1.34
(官能試験)	味			22	32	24	28
	臭気			35	35	29	34
	総合評価			20	25	18	19

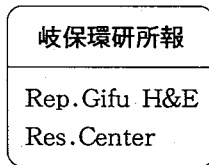
\*快適水質項目

付 表 4

項目	基準値	外国産ミネラル水				
		Volvic	Vittel	Evian	Norwater	
健康に関する項目	カドミウム	0.01 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	水銀	0.0005 mg/l 以下	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
	セレン	0.01 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	鉛	0.05 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	ヒ素	0.01 mg/l 以下	0.013	<0.001	<0.001	<0.001
	六価クロム	0.05 mg/l 以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	シアン	0.01 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10 mg/l 以下	1.5	1.6	0.6	<0.1
	フッ素	0.8 mg/l 以下	<0.17	0.16	0.08	<0.05
	四塩化炭素	0.002 mg/l 以下	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
	1,2-ジクロロエタン	0.004 mg/l 以下	<0.0004	<0.0004	<0.0004	<0.0004
	1,1-ジクロロエチレン	0.02 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	ジクロロメタン	0.02 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	テトラクロロエチレン	0.01 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	1,1,2-トリクロロエタン	0.006 mg/l 以下	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006
	トリクロロエチレン	0.03 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	ベンゼン	0.01 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	クロロホルム	0.06 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	ジブromクロロメタン	0.1 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	ブromジクロロメタン	0.03 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ブromホルム	0.09 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
総トリハロメタン	0.1 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	
1,3-ジクロロプロペン(D-D)	0.002 mg/l 以下	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002	
シマジン(CAT)	0.003 mg/l 以下	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	
チウラム	0.006 mg/l 以下	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	
チオベンカルブ(ベンチオカーブ)	0.02 mg/l 以下	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	
水道水が有すべき性状に関する項目	亜鉛	1.0 mg/l 以下	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	鉄	0.3 mg/l 以下	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
	銅	1.0 mg/l 以下	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	ナトリウム	200 mg/l 以下	110	4.4	7.0	1.4
	マンガン	0.05 mg/l 以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	塩素イオン	200 mg/l 以下	12.5	9.5	4.6	0.3
	カルシウム・マグネシウム等(硬度)	300 mg/l 以下	57	622	301	30
	蒸発残留物	500 mg/l 以下	141	931	373	59
	陰イオン界面活性剤	0.2 mg/l 以下	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
	1,1,1-トリクロロエタン	0.3 mg/l 以下	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	フェノール類	0.005 mg/l 以下	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	有機物等(過マンガン酸カリウム消費量)	10 mg/l 以下	0.8	0.4	0.2	0.3
	pH値	5.8以上 8.6以下	6.9	7.5	7.8	7.4
	味	異常でないこと	(-)	(-)	(-)	(-)
臭気	異常でないこと	(-)少し粘味	(-)	(-)	(-)粘味	
色度	5度以下	<1	<1	<1	<1	
濁度	2度以下	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
快適・その他の水質項目	カルシウム	mg/l	11	200	76	12
	カリウム	mg/l	7.4	1.5	0.78	0.45
	マグネシウム	mg/l	6.3	34	23	0.4
	珪酸(SiO <sub>2</sub> )	mg/l	33	8.5	11	7.4
	硫酸イオン	mg/l	7.2	2.5	10.9	3.0
	電気伝導度	μs/cm	177	960	513	70
	総酸度	mg/l	12.6	35.2	26.5	4.8
	鈣酸酸度	mg/l	0	0	0	0
	遊離炭酸*	mg/l	11.1	20.9	23.3	4.3
	総アルカリ度	mg/l	56.9	267	286	29.7
ランゲリア指数*	-1程度以上とし、極力0に近づける	-1.31	0.84	1.0	-1.34	
(官能試験)	味		21	13	18	18
	臭気		35	38	29	32
	総合評価		21	13	15	19

\*快適水質項目





# 岐阜県における樹木の活力度，銅像の腐食状況及びそれらの周辺土壌調査

角田 寛, 西川 治 光, 高原 康 光,  
形見 武 男, 加藤 邦 夫

Reserch on Tree Activity, Corrosion of Bronze and Soil in Gifu Prefecture

Hiroshi SUMIDA, Harumistu NISHIKAWA, Yasumitsu TAKAHARA,  
Takeo KATAMI and Kunio KATO

## はじめに

近年，酸性雨による土壌，建造物，森林生態系への影響が地球的規模での環境破壊の一つとして大きな社会問題となってきた。<sup>1,2,3)</sup>

このため，本県においても岐阜市，大垣市，多治見市，高山市，八幡町の5地点でろ過式採取器により，酸性雨の実態把握に努めているところである。これらの地点においては，平成4年度pH（年平均値）は4.6～5.0と，全国レベルと比較して同程度の酸性雨が降っている現状にある。<sup>4)</sup>

一方，酸性雨による森林生態系など環境影響については，比較的調査例が少なく，今後これらのデータ集積が重要となってきた。

そこで，県内の有名な神社仏閣などにあるスギ及び公園内の銅像を対象として，スギの活力度や銅像の腐食状況を調査すると共にその周辺土壌についても調査を実施したので報告する。

## 調査地点

### 1. 調査地点

スギの活力度及びその周辺土壌の調査は，白山神社（岐阜市福富），伊富岐神社（垂井町伊吹），神宮神社（谷汲村岐礼），白山神社（久瀬村小津），八幡神社（武芸川町八幡），熊野神社（美並村山田），白山長滝神社（白鳥町長滝），神淵神社（七宗町神淵），恵那神

社（中津川市中津川），神明神社（瑞浪市大湫町），加子母のスギ（加子母村小郷），禅昌寺（萩原町中呂），夫婦スギ（荘川村六厩），水無神社（宮村一之宮），槻本神社（丹生川村山口）の計15地点で行った。

また，銅像の腐食状況及びその周辺土壌の調査は，大垣公園（大垣市郭町），岐阜公園（岐阜市大宮町），城山公園（高山市城山）の3地点で行った。

これらの調査地点を図1に示した。

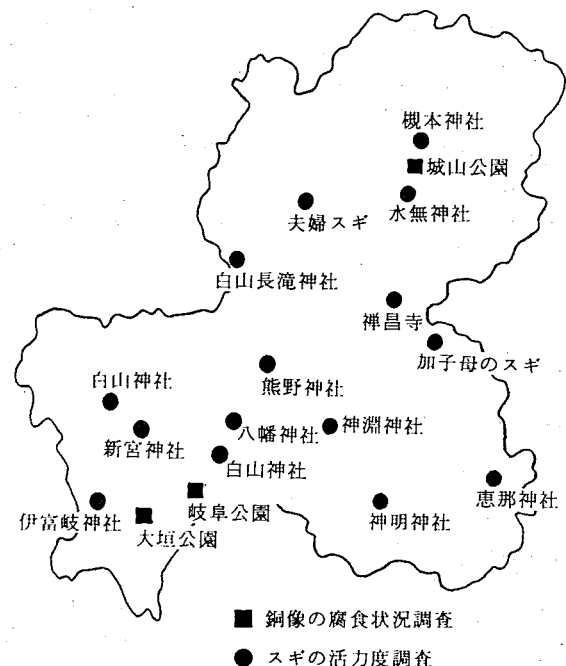


図1 調査地点

\* 岐阜県保健環境研究所，藪田庁舎：500 岐阜市藪田南5丁目14番12号

\* Gifu Prefectural Health and Environment Research Center:14-12, Yabuta Minami 5chome, Gifu 500, Japan

2. 調査方法

2.1 スギの活力度及び銅像の腐食状況の調査

スギの樹形、着葉量、梢端の枯損などの外観に着目し、健全木から枯死木まで活力度を図2に示す樹勢判定基準表<sup>9)</sup>により5段階に区分し、現地観察して評価した。

また、銅像の腐食状況については、銅像の頭部、胸部、脚部に分けて現地観察し、今後の評価を行うため写真撮影を行った。

2.2 土壌調査

2.2.1 試料採取

15ヶ所の神社仏閣と3ヶ所の公園において、土壌養分分析法<sup>6)</sup>に準じて、土壌を覆う落葉の層を除いて、表層(0~10cm程度)、次層(10~20cm程度)で木屑、小礫を除き土壌を採取した。

採取した土壌試料は、風乾後目開き2mmの篩でふるい、2mm以下のものを分析試料とした。

2.2.2 分析方法

前述のように前処理した土壌試料20gをビーカーに秤り取り、蒸留水50mlを加え、よく攪拌した後、2時間静置した。この上澄液で導電率(EC)と水素イオン濃度(pH)を測定した。<sup>9)</sup>

また、試料100gを秤り、蒸留水250gを加え、1時間振とうした後3000rpmで10分間遠心分離を行った。この上澄液を0.22μmのメンブランフィルターでろ過後、各イオン成分を分析した。<sup>9)</sup>

硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)、硝酸イオン(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)、塩素イオン(Cl<sup>-</sup>)は、イオンクロマト法で定量した。アンモニウムイオン(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)はインドフェノール法による。ナトリウムイオン(Na<sup>+</sup>)、カリウムイオン(K<sup>+</sup>)、マグネシウムイオン(Mg<sup>2+</sup>)、カルシウムイ

オン(Ca<sup>2+</sup>)については、原子吸光法による。これらの概要を図3に示した。

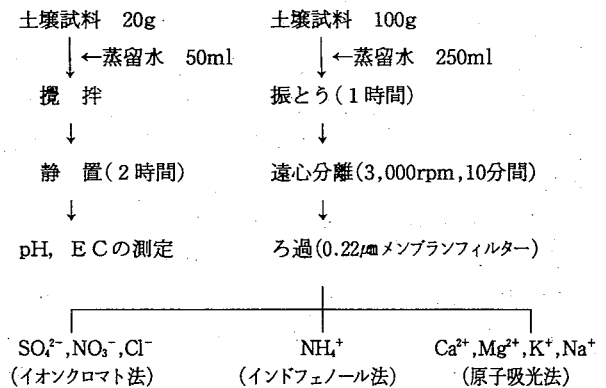


図3 分析方法のフローシート

また、強熱減量(IL)は、土壌試料を600℃で約2時間、電気炉内で強熱した後、デシケーター中で放冷し、重量を測定して求めた。<sup>9)</sup>

調査結果及び考察

1. スギの活力度及び銅像の腐食状況

15ヶ所の神社仏閣と3ヶ所の公園において、スギの活力度及び腐食状況を調査した結果を表1、表2に示した。

この結果、スギの活力度については、樹勢判定で2~3のスギが多かった。スギは樹齢が高くなると自然に樹形が乱れ、枝葉の密度も低下する傾向にあり、調査したスギの樹齢が数百年から千数百年と高いことから、こうした結果になったものと考えられる。

しかし、武芸川町八幡神社のスギ、中津川市恵那神社のスギは樹齢が約千年と高いにもかかわらず、樹形

樹 勢		1	2	3	4	5
樹 勢 判 定 基 準	樹 形					
		スギ特有の樹形は整えている			樹形は変形している	
	着 葉 量	100%	100~75	75~50	50~25	25~0
	特 徴	正 常	樹冠の一部に異常がみられる	着葉量が少なく、枝がすけてみえる	先梢部が枯れ全体に枯枝が多くみられる	枯死もしくは枯死寸前
上記形状の個体が全体の2割以上認められる						

図2 樹勢判定基準表

表1 すぎの活力度調査

調査対象	調査場所	樹齢	高さ	胴回り	樹勢判定
白山神社のスギ	岐阜市福富	600年	30m	6.1m	2
伊富岐神社のスギ	不破郡垂井町伊吹	不明	30m	6.6m	2
新宮神社	揖斐郡谷汲村岐礼	200年	30m	8.2m	2
白山神社のスギ	揖斐郡久瀬村小津	800年	43.5m	7.1m	2
武芸八幡神社のスギ	武儀郡武芸川町八幡	約1,000年	38m	7.5m	1
熊野神社	郡上郡美並村山田	約1,000年	30m	9.5m	2
白山長滝神社の大スギ	郡上郡白鳥町長滝	800年	40m	6.1m	2
神淵神社の大スギ	可茂郡七宗町神淵	800年	47.6m	10m	2
恵那神社の夫婦スギ	中津川市中津川	600-800年	46m	7m, 5.6m	1
大湫神明神社のスギ	瑞浪市大湫町神明	1,200年	60m	11m	3
加子母のスギ	恵那郡加子母村小郷	千数百年	30.8m	13m	2
禅昌寺のスギ	益田郡萩原町中呂	1,200年	45m	12m	2
六廐の夫婦スギ	大野郡庄川村六廐	約300年	33m	3m, 3.3m	2
水無神社のスギ	大野郡宮村一之宮	800年	45m	6.3m	2
槻本神社のスギ	大野郡丹生川村山口	1,200年	47m	7.3m	3

表2 銅像の腐食状況調査

調査対象	設置場所	設置年月日	材質	腐食状況
板垣退助遭難碑	岐阜公園	S25. 5. 3	ブロンズ	脚部に少し有り
明治大帝聖像	岐阜公園	S22. 7.30	ブロンズ	脚部に少し有り
若き日の織田信長	岐阜公園	S63. 6.12	ブロンズ	殆ど無し
豊水の像	大垣公園	S54. 2.22	ブロンズ	脚部に有り
イルカの像	大垣公園	S36. 2.11	ブロンズ	脚部に少し有り
金森長近	城山公園	S57.11. 1	ブロンズ	頭部, 胸部, 脚部に有り

の乱れもなく極めて、活力に満ちていた。瑞浪市神明神社のスギは樹高が60mと調査したすぎのうち最も高かったが、一度落雷があったため、樹形は乱れており梢端の枯損も目立ち、樹勢判定では3つであった。

一方、岐阜市の白山神社、久瀬村の白山神社、白鳥町の白山長滝神社とも対象としたスギ周辺にも多くのスギが生育しており、樹形は比較的正常で、樹勢判定で1~2であった。また、これ以外の調査地点において、周辺のスギの活力度はほとんどの地点で樹勢判定が1~2であった。

銅像の材質は全てブロンズ製であるが、その腐食状況については、設置年月日が比較的新しい「若き日の織田信長」は腐食は殆どみられなかった。逆に「金森長近像」については、設置が新しいにもかかわらず全体に青白色の腐食が認められた。

岐阜公園に設置された「板垣退助遭難碑」や「明治大帝聖像」は、毎年5月に水洗するなど管理されており、設置年月日が古いにもかかわらず比較的腐食の程

度は少なかった。

## 2. 土壌調査

県内の3公園と15ヶ所の神社仏閣において採取した土壌の分析結果を表3に示した。

今回の調査地点は比較的平坦部に属するが、土壌の外観は殆どが褐色を呈しており、県内の約9割りの森林部では褐色森林土壌であるといわれていることから、調査した土壌は殆どがこれに近い土壌であると考えられる。

土壌pHは3.7~7.8の範囲にあり、平均で5.3であった。一般に、褐色森林土壌のpHは、土壌母材にも影響されるが、4.5~5.6程度<sup>3)</sup>といわれていることからすれば、岐阜市の白山神社、庄川村六廐での土壌表層pHはそれぞれ3.7, 3.8と低かった。これらの地点ではILやSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が高いのが特徴であった。

わが国の森林土壌では、表層部に落葉、落枝等が供給され有機物や養分の蓄積が多く、これらが分解して生成する有機物により土壌の酸性化が進むといわれて

表3 土壌調査結果

調査地点	種別	外 観	pH	EC	IL	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Cl	NH <sub>4</sub>	Ca	Mg	K	Na
				μs/cm	%	μg/ml	μg/ml	μg/ml	μg/ml	μg/ml	μg/ml	μg/ml	μg/ml
大垣公園 大垣市	表層	褐色土	7.8	98	5.1	3.3	<0.1	1.5	0.3	55.2	0.4	1.2	1.8
	次層	褐色土	7.8	82	5.2	2.0	2.7	0.9	<0.1	51.0	0.3	0.7	1.6
岐阜公園 岐阜市	表層	黄褐色土	5.6	34	3.9	4.3	2.3	1.6	0.5	2.8	0.7	3.9	2.1
	次層	黄褐色土	5.4	35	5.8	4.7	4.7	1.7	0.2	3.8	0.5	4.1	1.1
城山公園 高山市	表層	灰黄褐色土	4.8	34	7.2	4.3	4.3	2.2	0.2	2.1	0.3	2.3	1.2
	次層	黄褐色土	4.8	44	6.9	5.5	4.6	2.7	0.5	3.5	0.4	3.6	1.2
白山神社 岐阜市	表層	褐色土	3.7	252	32.5	20.7	<0.1	19.4	10.6	5.2	3.0	15.4	6.3
	次層	黄褐色土	3.8	226	23.4	8.3	30.4	5.5	2.6	5.3	2.7	8.1	3.6
伊富岐神社 垂井町	表層	灰黄色土	4.7	68	7.8	3.9	2.3	1.1	1.6	6.8	0.6	1.8	1.0
	次層	灰黄色土	5.0	40	7.0	4.5	1.1	1.3	0.8	3.7	0.4	2.1	1.2
新宮神社 谷汲村	表層	黄褐色土	4.6	62	7.6	8.7	10.3	2.0	0.4	4.6	0.9	3.2	1.8
	次層	灰褐色土	4.7	68	15.3	9.0	<0.1	2.8	1.5	3.7	1.1	3.4	1.7
白山神社 久瀬村	表層	灰褐色土	4.7	152	18.3	4.8	<0.1	3.2	5.5	6.4	2.4	5.8	2.3
	次層	灰褐色土	4.9	26	10.9	1.9	12.6	1.8	1.4	3.0	0.8	5.5	1.4
八幡神社 武芸川町	表層	褐色土	6.0	49	8.2	3.7	0.2	1.4	3.0	18.2	2.0	4.6	1.1
	次層	褐色土	6.1	23	7.0	2.2	3.7	0.8	0.8	8.1	0.8	1.9	0.8
熊野神社 美並村	表層	黄褐色土	5.0	88	11.7	3.9	26.5	2.5	1.4	8.8	1.2	4.8	1.7
	次層	黄褐色土	4.9	35	7.0	3.8	2.7	1.0	0.3	3.2	0.4	2.1	0.9
白山長滝神社 白鳥町	表層	褐色土	4.9	71	9.4	1.6	10.0	1.9	0.6	5.4	1.2	4.2	2.3
	次層	褐色土	5.0	46	9.2	1.4	5.2	2.3	0.3	3.8	0.7	2.3	1.8
神淵神社 七宗町	表層	褐色土	4.4	73	13.6	6.8	0.1	4.3	8.5	15.6	1.1	8.0	1.8
	次層	褐色土	4.5	52	14.0	5.1	0.2	2.8	3.7	5.9	0.9	4.9	1.6
恵那神社 中津川市	表層	灰褐色土	6.0	34	16.1	5.3	7.8	1.4	0.7	11.3	0.7	2.3	1.2
	次層	灰褐色土	5.9	42	15.4	6.7	2.5	1.5	2.9	8.1	0.5	1.0	1.1
神明神社 瑞浪市	表層	黒褐色土	4.5	89	14.5	5.6	<0.1	1.7	1.7	22.3	1.4	5.5	1.5
	次層	黒黄褐色土	4.5	80	10.9	3.8	23.3	1.5	1.7	20.3	1.1	2.4	1.1
加子母のスギ 加子母村	表層	灰褐色土	6.8	116	13.2	3.2	23.7	1.5	1.9	73.8	2.9	7.8	0.9
	次層	灰褐色土	7.6	140	16.9	2.2	0.4	0.6	0.3	99.1	2.2	3.3	0.7
禅昌寺 萩原町	表層	黒褐色土	5.5	153	18.4	5.7	<0.1	2.0	3.7	23.2	2.2	4.6	2.6
	次層	黒褐色土	5.6	205	16.8	5.1	75.0	1.4	1.2	50.9	2.4	1.8	2.9
夫婦スギ 荘川村	表層	茶褐色土	3.8	184	37.5	7.7	70.7	3.7	14.2	16.1	2.0	5.9	1.9
	次層	赤褐色土	4.1	61	20.1	3.7	3.2	1.5	3.8	4.0	0.5	2.7	1.1
水無神社 宮村	表層	黒褐色土	4.9	37	5.9	1.8	0.3	1.1	0.3	6.4	0.5	2.5	1.2
	次層	黄褐色土	5.2	42	7.6	2.0	0.2	1.2	0.6	4.2	0.4	3.2	1.1
槻本神社 丹生川村	表層	黄褐色土	7.8	64	3.0	1.5	1.3	0.6	0.0	36.7	0.5	2.4	0.8
	次層	褐色土	7.2	32	6.6	1.9	1.9	0.7	0.2	18.0	0.5	0.9	0.7
		最 少	3.7	23	3.0	1.4	<0.1	0.6	<0.1	2.1	0.3	0.7	0.7
		最 大	7.8	252	37.5	20.7	75.0	19.4	14.2	99.1	3.0	15.4	6.3
		平 均	5.3	82	12.2	4.7	9.3	2.4	2.2	17.2	1.1	3.9	1.6

いることから<sup>3)</sup>、ILが高いこれらの地点では有機物が多いと考えられ、土壌pHが低い一つの要因と考えられる。

また、大垣市の大垣公園、加子母村小郷、丹生川村の槻本神社では、土壌表層pHがそれぞれ7.8、6.8、7.8と高く、Ca<sup>2+</sup>が高いのが特徴的であった。

土壌pHに各イオン成分などが、どのように関係しているか把握するため、各項目間の相関をとり、表4

に示した。

この結果、土壌pHはIL、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、と負の相関が認められ、逆にCa<sup>2+</sup>では高い正の相関が認められた。すなわち、土壌のpHが高くなるに従ってIL、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Cl<sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>は低下し、逆にpHが高くなるに従って、Ca<sup>2+</sup>は増加する傾向にあった。

土壌pH低下の要因としては、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Cl<sup>-</sup>の陰イオ



いのが特徴であった。

3) 土壤pHと各イオン成分などの関係については、土壤のpHが高くなるに従ってIL,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ は低下し、逆にpHが高くなるに従って $\text{Ca}^{2+}$ は増加する傾向を示した。

4) 土壤pH低下の要因としては、雨水中の $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ の陰イオンの影響はもちろんのこと、落葉などの分解から生成する有機物の影響も考慮する必要があると考えられる。

#### 文 献

- 1) 野田 勇：大気汚染学会誌, 25, 295-312, 1990
- 2) 大羽 裕：資源環境対策, 29, 621-626, 1993

- 3) (社)日本土壤肥料学会：平成3年度酸性降下物等による土壤・植生影響機構等検討調査, 平成4年3月
- 4) 岐阜県：環境白書, 平成5年
- 5) (財)日本自然保護協会：指標生物, 1985
- 6) 土壤養分分析法委員会：土壤養分分析法, 1988
- 7) 土壤標準分析, 測定法委員会：土壤標準分析・測定法, 1990
- 8) 環境庁水質保全局：底質調査法, 1975
- 9) 宇都宮林他：大気汚染学会誌, 28, 159-166, 1993
- 10) 正賀 充他：兵庫県立公害研究所研究報告, 25, 45-50, 1993

岐阜環境研究所報

Rep. Gifu H&E  
Res. Center

## 産業廃棄物の適正処理・処分方法に関する研究(第2報)

## 石灰系遮水型地盤安定材の開発と実験室内での評価

安田 裕\*, 角田 寛\*, 渡辺 憲人\*  
加藤 布久\*\*, 光松 文雄\*\*Studies on Proper Treatment and Disposal of Industrial Wastes II  
Development and Evaluation of Lime-Based Earthen Stabiliser for  
Shielding from WaterYutaka YASUDA\*, Hiroshi SUMIDA\*, Norito WATANABE\*  
Nobuhisa KATO\*\*, Fumio MITUMATU\*\*

## はじめに

産業廃棄物の発生量は、経済の発展と生活水準の向上に伴って増加の一途をたどっており、平成4年度の本県における産業廃棄物の発生量は、家畜糞尿をのぞいて523万トンと推計されている。一部の廃棄物については資源として再利用されたり、焼却等の中間処理によって減量化がなされているが、約140万トンについては処分対象として処理されている<sup>1)</sup>。

一般に、産業廃棄物最終処分場においては、雨水等の浸入が避け難く、廃棄物に含有される有害金属類、無機塩類、処理の困難な化学物質等が溶出した場合には、排水処理施設の適正な維持管理を困難とするために環境への影響が懸念されている。また、最終処分場の埋立終了後の軟弱地盤は、有効な跡地の利用を制限しているのが現状である。これらのことから、著者らは、県内から発生する各種の産業廃棄物について、溶出原単位を調査し、報告したところである<sup>2)</sup>。

現在、管理型最終処分場においては浸出水の地下浸透を防止するべく埋立地底部及び側面に遮水シートの使用が指導されている<sup>3)</sup>。しかし、敷設前の不十分な

基盤整備に起因するシートの破損、長期間の使用による劣化等によって浸出水が系外に流出し、環境汚染を誘発する懸念がある。

そこで、平成5年度は、最終処分場底部及び側面に敷設して地盤の安定化を図るとともに浸出水の漏出を未然に防止することを目的とした石灰系の遮水型地盤安定材を開発し、実験室内での性能評価を行ったので、その結果について報告する。

## 材料及び調査方法

## 1 使用材料

石灰岩鉱山から採掘した粗鉱を水洗するときに派生する残渣、いわゆる石灰石水洗ケーキと、1150℃で6時間焼成した軽焼石灰を主原料として使用した。更に、これに地盤安定材としての土質的な性能を付加するため、フライアッシュ、水砕高炉スラグ、ベントナイト、石膏の4種類の副材料を使用し、5種類10品目の試作品を作成した。

なお、使用材料の形状、主成分及び平均粒子径については、表1に示したとおりである。

\* 岐阜県保健環境研究所，藪田庁舎：500 岐阜市藪田南5丁目14番12号

\* Gifu Prefectural Health and Environment Research Center:14-12, Yabuta Minami 5chome, Gifu 500, Japan

\*\* 岐阜県工業技術センター：501-61 岐阜県羽島郡笠松町北及47

\*\* Gifu Prefectural Industrial Research Technical Center : 47, Kitaoyobi, Kasamatucho, Hasima-gun, Gifu-ken 501-06, Japan

「産業廃棄物の性状と溶出成分の原単位」(平成5年岐阜県保健環境研究所報, 第1号)を第1報とする。

表1 使用材料の性状

材 料 名	形 状	主 成 分	平均粒径
石灰石水洗ケーキ	微粉末	CaCO <sub>3</sub>	18 μm
軽焼石灰	微粉末	CaO	—
フライアッシュ	微粉末	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18 μm
水砕高炉スラグ	微粉末	CaO, SiO <sub>2</sub>	11 μm
ベントナイト	微粉末	SiO <sub>2</sub>	8.3 μm
焼き石膏 (山土)	微粉末 >20mm	CaSO <sub>4</sub> SiO <sub>2</sub>	33 μm —

## 2 試作品の性能評価方法

### 2.1 基礎物性

試作品の遮水性能については、各試作品について JSF T 711C によって試験片を作成し、空气中に3日間、続いて水中に4日間の水浸養生を行った後、JIS A 1281の変水位透水試験（試作品A, B及び対照のF, G）または、JSF T 411圧密試験方法による透水試験（試作品C, D, E）を行った。

また、試作品の支持力の評価については、土木の分野で路床や路盤の支持力の目安として汎用されている路床土支持力比（以下、CBRと略称）をJIS A 1211により測定した。

### 2.2 水質浄化効果

#### 2.2.1 金属類の除去

各試作品50gに、表2に示すような重金属の濃度と化学形が既知の水溶液500mlを加え、昭和48年環境庁告示第13号「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」に従い6時間振とうした。振とう後、孔径1ミクロンのガラス繊維ろ紙でろ過したる液中の重金属濃度を測定し、各重金属の除去率を求めた。調査項目は、表2の9項目であり、分析方法は、原子吸光光度法によった。

表2 添加金属の種類と添加濃度

項 目	添 加 濃 度	添 加 形 態
Cd	0.97 mg/1	Cd in 0.1N HNO <sub>3</sub>
Pd	9.3 mg/1	Pd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> in 0.1N HNO <sub>3</sub>
As	3.5 mg/1	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> in NaOH & HCl
T-Hg	0.047mg/1	HgCl <sub>2</sub> in 0.5N HNO <sub>3</sub>
Cu	30 mg/1	CuSO <sub>4</sub> in 0.1N HNO <sub>3</sub>
Zn	50 mg/1	Zn in 0.1N HNO <sub>3</sub>
Fe	93 mg/1	Fe in 0.2N HNO <sub>3</sub>
Mn	100 mg/1	Mn in 0.1N HNO <sub>3</sub>
Cr	21 mg/1	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> エチルアルコール還元処理

#### 2.2.2 無機塩類の除去

表3に示すような無機塩類の濃度と化学形が既知の水溶液を調整し、2.3.1と同様の手法により操作し、得られたる液中の無機塩類濃度を測定し、各項目について除去率を求めた。調査項目は、表3の6項目であり、分析方法はイオンクロマトグラフ法によった。

表3 添加塩類の種類と添加濃度

項 目	添 加 濃 度	添 加 形 態
NO <sub>3</sub> -N	100 mg/1	KNO <sub>3</sub> in H <sub>2</sub> O
NO <sub>2</sub> -N	100 mg/1	NaNO <sub>2</sub> in H <sub>2</sub> O
NH <sub>4</sub> -N	99 mg/1	NH <sub>4</sub> Cl in H <sub>2</sub> O
PO <sub>4</sub> -P	100 mg/1	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> in H <sub>2</sub> O
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	110 mg/1	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> in H <sub>2</sub> O
Cl <sup>-</sup>	270 mg/1	NH <sub>4</sub> Cl in H <sub>2</sub> O

## 結果及び考察

### 1 遮水型地盤安定材の開発

石灰工業は本県の地場産業であり、大垣市赤坂地区における粗鉱の生産量は平成5年度で3,145,000トンに及んでいる。採掘された粗鉱は、破碎工程を経て水洗処理が行われる。このときに発生する残渣が石灰石水洗ケーキであり、平成5年度現在、赤坂地区では約29万トンの石灰石水洗ケーキが発生している。このうち、約34%にあたる9万8千トンが不要物として処理されているのが現状であり、石灰石水洗ケーキの有効な用途開発が望まれている。

そこで、石灰石水洗ケーキが、経験上優れた遮水性能を有することに着目し、主原料として使用することとした。また、試作品は、石灰石水洗ケーキにバインダーとして軽焼石灰のみを添加したもの（試作品A、石灰の添加量は5%及び10%の2品目）、及びこれらに加えて地盤安定材としての性能を付加するための副材料としてフライアッシュを配合したもの（試作品B、2品目）、水砕高炉スラグを配合したもの（試作品C、2品目）、ベントナイトを配合したもの（試作品D、2品目）、石膏を配合したもの（試作品E、2品目）の合計10品目を試作し、種々の試験に供した。また、比較対象として石灰石水洗ケーキ（F）と山土（G）を単独で用いた。

なお、試作した遮水型地盤安定材の試作番号と配合結果の一覧を表4に示した。



表4 試作した遮水型地盤安定材の配合

試作番号	石灰石水洗ケーキ	軽焼石灰	無機材料
A(石灰5%)	95%	5%	なし
A(石灰10%)	90%	10%	なし
B(石灰5%)	75%	5%	フライアッシュ 20%
B(石灰10%)	70%	10%	フライアッシュ 20%
C(石灰5%)	75%	5%	水砕高炉スラグ 20%
C(石灰10%)	70%	10%	水砕高炉スラグ 20%
D(石灰5%)	90%	5%	ベントナイト 5%
D(石灰10%)	85%	10%	ベントナイト 5%
E(石灰5%)	90%	5%	石膏 5%
E(石灰10%)	85%	10%	石膏 5%
F(対照)	100%	—	なし
G(対照)	—	—	山土 100%

## 2 開発品の基礎物性

遮水型地盤安定材は埋立地の底部及び側面に敷設する事を前提としており、遮水能力が優れている必要がある。そこで、試作品及び対照とした石灰石水洗ケーキ、山土の透水係数を測定し、表5に示した。

表5 試作品の透水係数

(単位: cm/sec)

試作番号	軽焼石灰 5%	軽焼石灰 10%
A	$2.81 \times 10^{-6}$	$3.02 \times 10^{-6}$
B	$2.62 \times 10^{-6}$	$2.23 \times 10^{-6}$
C	$2.23 \times 10^{-8}$	$3.12 \times 10^{-8}$
D	$4.68 \times 10^{-7}$	$5.32 \times 10^{-7}$
E	$4.72 \times 10^{-7}$	$6.01 \times 10^{-7}$
F(対照)	$6.01 \times 10^{-6}$	
G(対照)	$8.65 \times 10^{-5}$	

遮水効果は、試作品Cで最も高く、次いでDとE、AとBとF、Gの順であった。特に、石灰石水洗ケーキ、軽焼石灰及び水砕高炉スラグから成る試作品Cは、透水係数が $10^{-8}$ cm/secオーダーと他に比して突出して低く、遮水材として良好な性能を示した。

なお、同じ副材料を用いた場合について、軽焼石灰の配合量が5%と10%の透水係数を比較すると、いずれの試作品についても顕著な差異は認められなかった。

次に、遮水型地盤安定材は、遮水性能のほかに埋立物の重量に耐えうる支持力を合わせ持つ必要がある。そこで、試作品及び対照とした石灰石水洗ケーキ、山土のCBRを測定し、表6に示した。

表6 試作品のCBR値

試作番号	CBR値(%)	含水比(%)	湿潤密度(g/cm <sup>3</sup> )
A(石灰5%)	32.9	17.5	2.03
A(石灰10%)	69.6	19.5	1.99
B(石灰5%)	85.0	17.6	2.16
B(石灰10%)	89.6	21.7	1.91
C(石灰5%)	116.9	27.7	1.76
C(石灰10%)	138.6	29.9	1.76
D(石灰5%)	70.3	17.6	2.01
D(石灰10%)	70.3	23.0	1.94
E(石灰5%)	87.3	21.0	2.01
E(石灰10%)	73.2	21.4	1.99
F(対照)	4.3	14.9	2.14
G(対照)	9.2	22.9	1.99

CBR値は、透水係数の場合と同様に、石灰石水洗ケーキ、軽焼石灰及び水砕高炉スラグから成る試作品Cで110%以上と最も高く、路盤として十分な保持能力を有していた。次いでBとEの73~90%、Dの70%、Aの33~70%の順であった。また、同じ副材料を用いた場合については、軽焼石灰の配合量が10%の方が5%場合に比してCBR値は大きい傾向にあった。

なお、対照として用いたGとFについてはCBR値は4~9%と極めて小さく、軽焼石灰及び無機材料の添加は、CBR値の上昇に大きく貢献していた。

次に、試作品を実際の埋立地に応用するためには、長期にわたり水中にさらされた場合においても支持力を持続し、遮水効果を発揮する必要がある。そこで、CBR試験に準じて作成した試料を約1カ月水浸した後、貫入試験を行い支持力の持続性を検討し、表7に示した。

表7 1カ月水浸後における試作品のCBR値

試作番号	CBR値(%)	含水比(%)	湿潤密度(g/cm <sup>3</sup> )
A(石灰5%)	38.6	15.4	2.04
A(石灰10%)	80.4	21.5	2.00
B(石灰5%)	91.0	16.4	2.00
B(石灰10%)	101.7	23.6	1.91
C(石灰5%)	120.0	23.2	1.89
C(石灰10%)	153.9	31.5	1.76
D(石灰5%)	75.6	20.4	2.06
D(石灰10%)	86.3	25.7	1.95
E(石灰5%)	90.1	17.9	2.11
E(石灰10%)	74.4	25.7	1.95
F(対照)	5.7	15.7	2.15
G(対照)	8.6	24.5	2.00

1 カ月水浸後のCBR値を概観すると、いずれの試作品も表6のCBR値に比してごく僅かな上昇傾向が認められ、安定した支持力を持続していた

また、試作品を埋立地に敷設した場合、収縮、膨張等によって亀裂等を生じないことも重要な要件である。そこで、1 カ月水浸後の試料について併せて膨潤比を測定した。調査結果を表8に示した。

表8 1 カ月水浸後における試作品の膨潤比  
(単位：%)

試作番号	軽焼石灰 5%	軽焼石灰 10%
A	0.032	0.016
B	0.024	0.024
C	0.024	0.024
D	0.032	0.032
E	0.344	0.392
F(対照)	0.012	
G(対照)	0.148	

膨潤比は、試作品A～Dで0.02～0.03%、試作品Eで0.34～0.39%であり、いずれの試料についても僅かな膨張が認められたものの、実際の施工厚さが10～30cm程度であることを勘案すれば、実務上支障をきた

すことは少ないものと考えられた。

### 3 試作品の水質浄化効果

#### 3.1 重金属類

試作品A～E(軽焼石灰10%添加品)及び対照のF、Gについて、金属類を含む浸出水に接触した場合の水質浄化効果を調査するため、2.2.1にしたがって重金属の除去効果を検討し、その結果を表9に示した。

カドミウム、鉛、砒素、銅、亜鉛、鉄及びクロムの除去効果は、いずれの試作品についても顕著であり、98%以上の除去率であった。一方、山土においてカドミウム、鉛、銅、亜鉛、鉄及びクロムが溶出しやすいことを考えると、これらの金属の流出防止の観点から、遮水材の使用は実務上極めて有用であるものと思われた。

#### 3.2 無機塩類

試作品A～E(軽焼石灰10%添加品)及び対照のF、Gについて、無機塩類を含む浸出水に接触した場合の水質浄化効果を調査するため、2.2.2にしたがって無機塩類の除去効果を検討し、その結果を表10に示した。

いずれの試作品についても、リン酸態リンに対して

表9 試作品の重金属類添加試験における金属の除去効果

項目	重金属類 添加濃度 (mg/l)	各試作品における金属類の除去率(%)						
		A(石灰10%)	B(石灰10%)	C(石灰10%)	D(石灰10%)	E(石灰10%)	F(対照)	G(対照)
Cd	0.97	100	100	100	100	100	73	7.2
Pd	9.3	98	98	99	99	98	95	16
As	3.5	100	100	100	100	100	100	71
T-Hg	0.047	83	84	98	80	72	95	85
Cu	30	100	100	100	100	100	94	13
Zn	50	99	99	100	99	98	38	12
Fe	93	100	100	100	100	100	98	24
Mn	100	100	100	100	100	100	82	82
Cr	21	99	100	99	99	98	97	29

表10 試作品の無機塩類添加試験における塩類の除去効果

項目	無機塩類 添加濃度 (mg/l)	各試作品における塩類の除去率(%)						
		A(石灰10%)	B(石灰10%)	C(石灰10%)	D(石灰10%)	E(石灰10%)	F(対照)	G(対照)
NO <sub>3</sub> -N	100	0	5.0	8.0	6.0	11	5.0	1.0
NO <sub>2</sub> -N	100	0	3.0	5.0	3.0	5.0	3.0	1.0
NH <sub>4</sub> -N	99	0	3.0	5.1	6.1	5.1	3.0	1.0
PO <sub>4</sub> -P	100	100	100	100	100	100	50	95
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	110	62	65	91	65	55	12	0
Cl <sup>-</sup>	270	0	7.4	7.4	7.4	3.7	7.4	3.7

ほぼ100%の顕著な除去効果が認められた。これは、試作品中の石灰の主成分であるカルシウムがリン酸をリン酸カルシウムとして保持したことによるものと推定された。硫酸イオンについては55~91%の除去効果であったが、特に、試作品Cでは除去効果が大きかった。しかし、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素及び塩素イオンについて、除去効果はほとんど認められなかった。

#### ま と め

産業廃棄物埋立地の底部及び側面に敷設し、地盤の安定化を図るとともに、浸出水の漏出を未然に防止することを目的として、石灰石水洗ケーキと軽焼石灰をベースとした5種類10品目の遮水材を試作した。試作品の土質的な性能比較のため、透水係数、CBR値、1カ月水浸支持力及び膨潤比について検討したところ、試作品B、C、Dが遮水型地盤安定材として優れていたが、このうち試作品Cは、透水係数が $2.23\sim 3.12\times 10^{-8}\text{cm/sec}$ 、CBR値が117~139%、1カ月水浸後のCBR値が120~154%といずれも最良の性能であった。

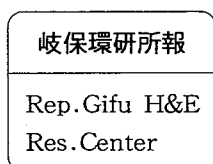
次に、試作品が重金属類及び無機塩類を含む浸出水

に接触した場合を想定して、試作品の金属類と無機塩類に対する除去能力について調査したところ、すべての試作品は、水銀を除く金属類とリン酸態リンに対して98%以上の良好な除去効果を示した。しかし、塩素イオン、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素及びアンモニア態窒素については、除去効果はほとんど認められなかった。各試作品のうち、試作品Cが、水銀に対しても98%と最高の除去能力を示しており、水質浄化の観点から総合的に最も優れた性能であった。

以上の結果から、今回試作した5種類10品目の試作品のうち、石灰石水洗ケーキと軽焼石灰及び水砕高炉スラグから成る試作品Cが土質的及び水質浄化の両面から最も優れており、遮水型地盤安定材として良好な性能を有していることを認めた。

#### 文 献

- 1) 岐阜県衛生環境部編：環境白書，136~138，岐阜県，1993
- 2) 安田 裕，角田 寛，渡辺憲人：岐阜県保健環境研究所報，1，84~89，1993
- 3) 岐阜県衛生環境部環境整備課編：岐阜県産業廃棄物の適正処理に関する指導要綱，141~143，1993



# ゼオライト系吸着剤の開発とゴルフ場における利用の可能性に関する研究 (第3報)

## セラミック系分解剤のゴルフ場における実証試験

野村 泰之\*, 大江 章夫\*, 渡辺 憲人\*,  
岩下 哲志\*\*, 上村 克己\*\*

Studies on Synthetic of Zeolite Absorbents and their Use in Golflinks III  
Removal of Pesticide in Waste Water from Golflinks by Ceramic Absorbent

Yasuyuki NOMURA, Akio OHE, Norito WATANABE,  
Tetsushi IWASHITA and Katsumi KAMIMURA

### はじめに

前報<sup>1)</sup>において、農薬分解機能を付加させたセラミック系分解剤とCa型合成ゼオライト及び活性炭からなる混合物は、農薬の種類による選択性はあるものの、優れた除去効果を有していることをカラム試験により確認した。

そこで、今年度は実際のゴルフ場において、セラミック系分解剤及び活性炭の混合物（以下「複合除去剤」という。）を設置し、その除去効果について検討した。

### 実験材料及び実験方法

#### 1. セラミック系分解剤の製法

セラミック系分解剤の性状は、粒径が3～10mmのうすい茶褐色の球状で、図1に示すように、石灰に石炭火力発電所等から排出される石炭灰のうち、集塵装置で捕集された微細な灰（フライアッシュ）を混ぜ、そこに無機発泡剤を添加して造粒、焼成したものである。

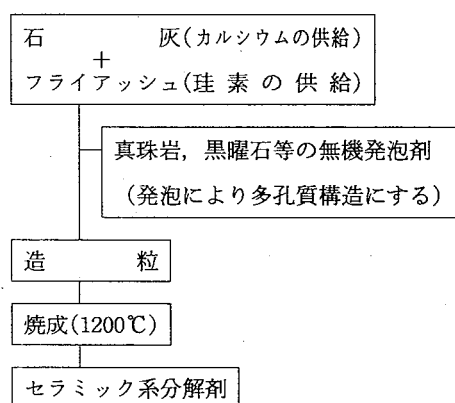


図1 セラミック系分解剤の製法

#### 2. セラミック系分解剤の基礎物性

セラミック系分解剤の主な結晶成分は、X線回折による同定結果によると、ダイカルシウムシリケート、ムライト、石英であった。

また、その主な化学成分は表1のとおりであり、物理的には空隙率45%と大きいことが特徴であった。

\* 岐阜県保健環境研究所，藪田庁舎：500 岐阜市藪田南5丁目14番12号

\*\* 矢橋工業株式会社，開発部：503-22 岐阜県大垣市赤坂町大久保4278-1

\* Gifu Prefectural Health and Environment Research Center:14-12, Yabuta Minami 5chome, Gifu 500, Japan

\*\* Yabashi Industries Co., LTD:4278-1, Okubo, Akasaka-cho, Ogaki-shi, Gifu-ken 502-22, Japan

表1 セラミック系分解剤の化学成分

化 学 成 分	含 有 率 (%)
珪酸(SiO <sub>2</sub> )	37.3
酸化カルシウム(CaO)	23.2
アルミナ(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	11.9

### 3. 現地実験の方法

複合除去剤の農薬除去効果を実際のゴルフ場の現場で検証するため、瑞浪市にあるTゴルフ場の排水管、排水路及び併設のゴルフ学校のグリーンを利用して実証試験を実施した。

複合除去剤を設置する場所、施工方法、対象となる処理水及び試料の採取方法は、次のとおりであった。

#### ①パッティンググリーン

ゴルフ学校のグリーン(Bグリーン, 150m<sup>2</sup>)を用い、芝の約25cm下に複合除去剤を5cmの厚さに敷設し、グリーン浸出水を処理することとした。

グリーンに農薬を散布し、その翌日散水(降雨強度60mm/h相当で30分)して、グリーン下から浸出してくる水を採取した。

#### ②集水枡

ゴルフ学校の2箇所のグリーン(C及びDグリーン, 各々250m<sup>2</sup>)を用い、それらの集水枡内に設置した充填器に複合除去剤を充填し、グリーン浸出水を処理することとした。

グリーンで農薬を散布し、その翌日に散水(降雨強度40mm/h相当で30分)して、グリーン下から浸出してくる水をその充填器の前後で採取した。

#### ③排水管

ゴルフ場の10番ホールの排水管を用い、その出口に設置した充填器に複合除去剤を充填し、主にフェアウェイからの排水を処理することとした。

10番ホールに農薬を散布し、その直後の降雨時に、排水管から排出する水をその充填器の前後で採取した。

#### ④排水路

ゴルフ場の10番ホールを通過する排水路を用い、その中に固定枠を作り、複合除去剤を充填した袋を堰状に設置し、総合排水を処理することとした。

10番ホールに農薬を散布し、その直後の降雨時に、排水路から流下する水をその堰状に設置した複合除去

剤の前後で採取した。

### 4. 調査対象農薬

日本国内で使用が許可されている農薬は約300種類で、環境庁はその内30種類の農薬について「ゴルフ場で使用される農薬による水質汚濁の防止に係る暫定指針」を示して規制している。これらの農薬の中で比較的良好に使用される農薬について実証試験を実施した。

### 5. 農薬の測定方法

試料をジクロロメタンで抽出後、GC/MS及びHPLCにより測定した。

### 結果及び考察

#### 1. パッティンググリーンの芝下敷設試験

3①で示した調査において、初回は浸出水が出始めてから5分おきに2回試料を採取し、その農薬濃度の測定結果を表2に示した。

表2 浸出水中の農薬濃度の時間変化

散 布 農 薬		浸出水中の濃度(ppb)	
商 品 名	化 学 名	5分後	10分後
ダコニール* B	クロロタロニル	22	13
ジェイサン* G	ベンスリド	25	17

- B: 殺菌剤, G: 除草剤
- 5月11日に農薬散布, 翌日に採水
- ゴルフ学校Bグリーン
- 浸出水の流量: 300cc/sec

これによれば、浸出水が出始めてから5分後の方が10分後より濃度が高く、以後濃度は減少するものと考えられた。従って、この後の調査からは、浸出水が出始めてから5分後に採取した試料を測定することにした。

これと同様の調査を2週間おきに実施し、その結果を表3に示した。

検体(浸出水)の採取は、農薬散布の翌日降雨強度60mm/h相当で30分散水するという過酷な条件下で行った。この結果によれば、農薬濃度はその種類により異なっているが、いずれも1ppb未満~27ppbの範囲で平均濃度は9ppbあり、グリーン浸出水中の農薬濃度としては極めて低濃度であった。この原因としては、浸出水の複合除去剤中での線速度が0.1cm/sec前後と

計算され、農薬が十分複合除去剤と接触しているためと考えられる。

表3 浸出水中の農薬濃度

散 布 農 薬		浸出水中の濃度 (ppb)
商 品 名	化 学 名	
キャプタン* <b>B</b>	キャプタン	1未満
TMTD* <b>B</b>	チウラム	25
カルホス* <b>W</b>	イソキサチオン	1未満
ターサンSP* <b>B</b>	クロロネブ	27
ディプレテックス* <b>W</b>	トリクロロホン	23
ダイアジノン* <b>W</b>	ダイアジノン	13
グラステン* <b>B</b>	イソプロチオラン	11
	フルトラニル	13
スミチオン* <b>W</b>	フェニトロチオン	1未満
グランサー* <b>B</b>	トリクロホスメチル	1未満
サンヤード* <b>B</b>	エクロメゾール	1未満
カルホス* <b>W</b>	イソキサチオン	1未満
モンセレン* <b>B</b>	ペンシクロン	1未満
ダイアジノン* <b>W</b>	ダイアジノン	1未満
ロブラール* <b>B</b>	イブロジオン	2
ダーズバン* <b>W</b>	クロルピリホス	1未満
モンセレン* <b>B</b>	ペンシクロン	5
バシパッチ* <b>B</b>	メプロニール	16

- **B**：殺菌剤，**G**：除草剤，**W**：殺虫剤
- ゴルフ学校Bグリーン
- 5月25日，6月6日，20，21日，7月5日，19日，8月2日，16日，30日に農薬散布，翌日に採水
- 表中の記載順は，調査の実施順とした。
- 浸出水の流量：150~500cc/sec

## 2. 集水枡内の設置試験

3②で示した調査において，初回は浸出水が出始めてから5分おきに数回複合除去剤接触前の試料を採取し，その農薬濃度の測定結果を表4に示した。

これによれば，Cグリーンの本スリドを除いて浸出水が出始めてから5分後が最も濃度が高く，以後濃度は減少する傾向にあった。Cグリーンの本スリドについても概ね初期ほど濃度が高い傾向がみられ，Bグリーンにおいても同様の傾向があったことから，浸出水が出始めてから5分後に採取した試料を測定することにした。

これと同様の調査を2週間おきに実施し，その結果

を表5に示した。

表4 浸出水中の農薬濃度の時間変化

グリーン	散 布 農 薬 (化学名)	浸出液中の濃度 (ppb)			
		5分	10分	15分	20分
Cグリーン	クロロタロニル* <b>B</b>	<u>150</u>	130	110	95
	ベンスリド* <b>G</b>	140	<u>190</u>	180	120
Dグリーン	クロロタロニル* <b>B</b>	<u>130</u>	120	98	92
	ベンスリド* <b>G</b>	<u>160</u>	140	96	84

- ゴルフ学校Cグリーン，Dグリーン
- **B**：殺菌剤，**G**：除草剤
- アンダーラインは，最高濃度
- 5月11日に農薬散布，翌日に採水
- 浸出水の流量：Cグリーン600cc/sec  
Dグリーン500cc/sec

表5 CとDグリーンでの浸出水中の農薬濃度

散 布 農 薬 (化学名)	Cグリーン			Dグリーン		
	前 ppb	後 ppb	除去率%	前 ppb	後 ppb	除去率%
クロロタロニル* <b>B</b>	150	63	58	130	26	80
ベンスリド* <b>G</b>	140	23	83	160	26	86
キャプタン* <b>B</b>	3	<1	>67	22	<1	>95
チウラム* <b>B</b>	3400	80	98	1800	62	97
イソキサチオン* <b>W</b>	2	<1	>50	1	<1	—
クロロネブ* <b>B</b>	530	17	97	220	23	90
トリクロロホン* <b>W</b>	83	1	99	15	<1	>93
ダイアジノン* <b>W</b>	<1	<1	—	<1	<1	—
イソプロチオラン* <b>B</b>	250	52	79	110	14	87
フルトラニル* <b>B</b>	340	82	76	180	22	88
フェニトロチオン* <b>W</b>	130	14	89	37	7	81
トリクロホスメチル* <b>B</b>	5	<1	>80	5	1	80
エクロメゾール* <b>B</b>	16	<1	>94	10	4	60
イソキサチオン* <b>W</b>	2	<1	>50	<1	<1	—
ペンシクロン* <b>B</b>	2	<1	>50	<1	<1	—
ダイアジノン* <b>W</b>	2	<1	>50	<1	<1	—
イブロジオン* <b>B</b>	39	<1	>97	<1	<1	—
クロルピリホス* <b>W</b>	<1	<1	—	<1	<1	—
ペンシクロン* <b>B</b>	47	12	74	23	7	70
メプロニール* <b>B</b>	120	37	69	81	30	63

- ゴルフ学校Cグリーン，Dグリーン
- **B**：殺菌剤，**G**：除草剤，**W**：殺虫剤
- 5月25日，6月6日，20，21日，7月5日，19日，8月2日，16日，30日に農薬散布，翌日に採水
- 表中の記載順は，調査の実施順とした
- 浸出水の流量：B，Cグリーンとも100~700cc/sec

これによれば、Cグリーン、Dグリーンはデータの同じ様な傾向を示しており、処理前の農薬濃度はその種類により1ppb未満から1,000ppbを超える幅広い範囲に分布しており、処理後においてはいずれも100ppb未満になった。さらに除去率は、一部計算できない部分があるものの、いずれも50%を超えており、80%を超える高除去率を示すものも多かった。

ちなみに、調査結果の除去率をランク毎に表6に示した。

表6 農薬除去率の分布

除去率ランク	数	割合
50~60%	5	10.0%
60~80%	8	22.5%
80%~	18	45.0%

「~」は、以上、未満を示す

この結果、2箇所のグリーンにおける延べ40回の調査で18回の除去率が80%以上で、除去率を計算した31農薬の平均でも78%と高かった。

### 3. 排水管及び排水路内の設置試験

3③及び④で示した排水管、排水路は、Tゴルフ場10番ホールの中を通過しており、集水面積が極めて広範囲にわたるため、ゴルフ学校のグリーンで実施したように「農薬散布→散水→採水」といった手順がとれない。従って次のように調査した。

ゴルフ場内の排水管及び排水路の排水は、グリーン排水、フェアウェイ排水、ラフからの排水、さらに、土壌からの浸出水と表面流出水等が混合している。このため、最も農薬濃度が高くなると考えられるのは、フェアウェイに一齐に農薬を散布するときである。当ゴルフ場では、春と秋に農薬(除草剤)の一齐散布を行うので、その後の降雨時に流出した水を複合除去剤の前後で採水することとした。そして、春は4月21日に農薬を散布し、翌日降雨があり、その時の調査結果を表7に示した。

しかし、1箇月後の5月22日の降雨時に、再度調査を実施したが、農薬がほとんど検出されなかった。さらに、秋の調査では、農薬散布の18日後にはじめて降雨があり、農薬散布後採水までの期間が長かったためか、この時もほとんど検出されず、これらのデータの

掲載は省略した。

表7 除草剤散布後の農薬濃度

経過	農薬名 (化学名)	排水管			排水路		
		前 ppb	後 ppb	除去 率%	前 ppb	後 ppb	除去 率%
出水	シマジン	1	<1	—	15	2	87
直後	ナプロバミト	<1	<1	—	13	5	62
30分後	シマジン	<1	<1	—	—	—	—
	ナプロバミト	1	<1	—	—	—	—
60分後	シマジン	25	18	28	—	—	—
	ナプロバミト	23	15	35	—	—	—
90分後	シマジン	43	29	33	—	—	—
	ナプロバミト	40	26	35	—	—	—
120分後	シマジン	36	28	22	34	12	65
	ナプロバミト	35	27	23	53	24	55

- Tゴルフ場10番ホール排水管、排水路
- 4月21日農薬(除草剤)散布、翌22日に採水
- 流量：排水管は25~250、排水路は3,000cm<sup>3</sup>/sec

この結果から、排水管においては、散布された農薬は60分後に出てきて、始めの濃度が比較的高く、その後濃度が低下する傾向がみられた。また、排水管での除去率は22~35%であり、やや低いことが分かった。このため、複合除去剤充填器の長さを40cmから2.5倍の1mにする改造を行い、複合除去剤の接触する時間の延長を図ることとした。

排水路の調査では、55~87%の除去率であり良好な結果が得られた。

なお、雨がよい条件で降らない場合等、調査がうまくできない懸念があったので、複合除去剤充填器を改良した後、補足実験として、実際に散布するより10~100倍程度に希釈した農薬をタンク車から排水管及び排水路に直接流し、複合除去剤の前後で採水し農薬濃度を測定した。この結果は、表8のとおりであった。

表8 農薬希釈溶液流下時における農薬濃度

農薬 (化学名)	排水管			排水路		
	前 ppm	後 ppm	除去 率%	前 ppm	後 ppm	除去 率%
シマジン*G	75	20	73	56	17	70
ベスロジン*G	160	35	78	57	12	79

- G：除草剤
- Tゴルフ場10番ホール排水管、排水路
- 8月31日に調査
- 流量：排水管、排水路とも1,000cc/sec

これによれば、排水管の複合除去剤充填容器は改造した後であるため、春の調査に比べ除去率が向上し、平均76%であった。一方排水路でも、平均で75%であった。

ま と め

以上の結果から、複合除去剤をグリーン芝下に敷設することにより、グリーンの浸出水中の農薬が確実に除去できることが実証できた。

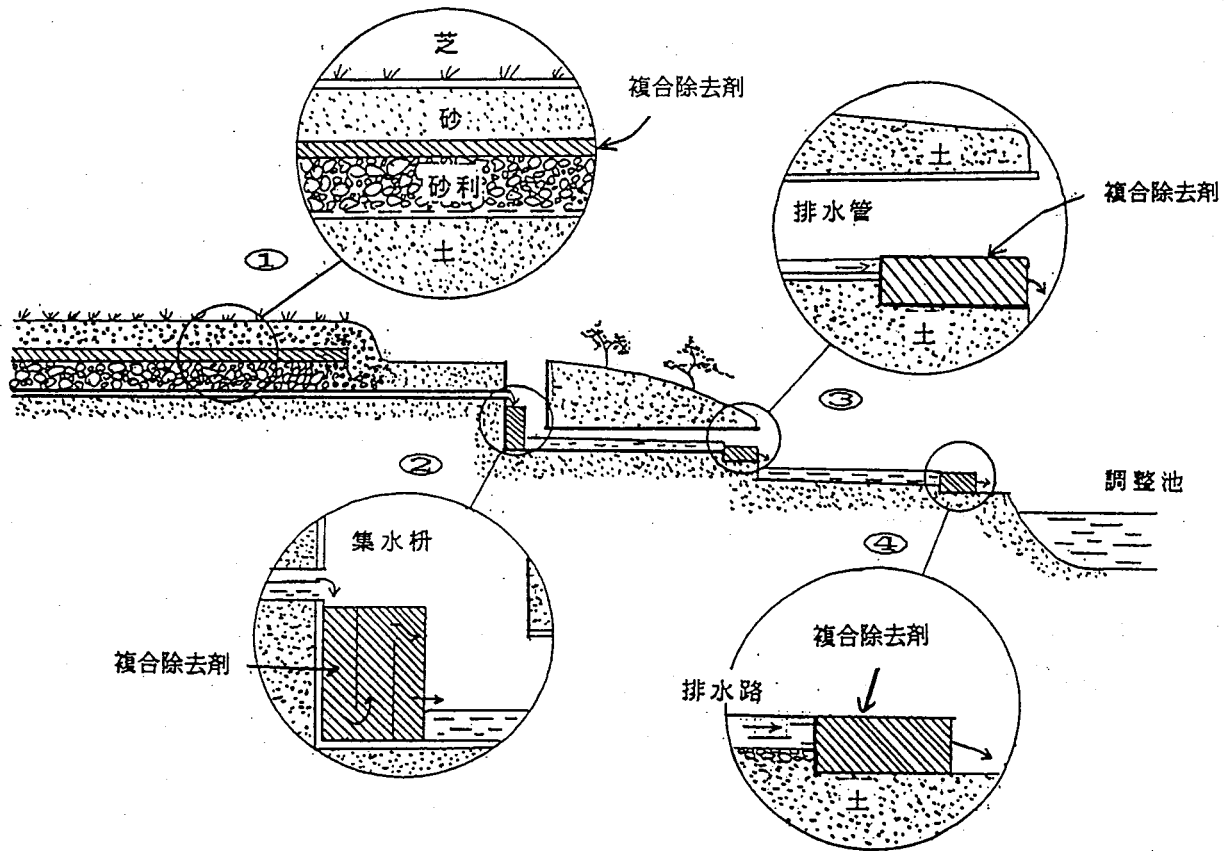
また、集水枡での農薬除去率は、いずれも50%を超えており、約半数の農薬で80%以上と高い除去率が得られた。

排水管では、複合除去剤充填容器の改造後は、補足調査の結果ではあるが、2農薬の平均で76%と良好な結果が得られた。

排水路の調査では、春の調査で55~87%の除去率があり、補足調査でも2農薬の平均で75%と良好な結果であった。

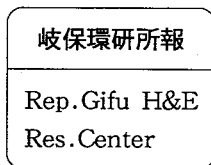
参 考 文 献

- 1) 渡辺憲人, 桑原通信, 岩下哲志, 上村克己: 岐阜県保健環境研究所報, 1,69-72,1993 及び 渡辺憲人, 大江章夫: 岐阜県保健環境研究所報, 1,73-77,1993



ゴルフ場における複合除去剤設置のモデル図





# ゼオライト系吸着剤の開発とゴルフ場における利用の可能性に関する研究 (第4報) 農薬除去剤による農薬の藻類毒性の軽減効果

大江章夫\*, 野村泰之\*, 渡辺憲人\*

## Studies on Synthetic Zeolite Absorbents and their Use in Golflinks IV Decrease of Algal Toxicity of Pesticides by Porously Ceramic Absorbent

Akio OHE, Yasuyuki NOMURA, Norito WATANABE

### はじめに

近年、ゴルフ場で使用される農薬の流出によって、下流域における水道水源等の水質汚染による健康への影響や水生生物等の生態系への影響などが憂慮されている。また、当県では、平成5年度末に82のゴルフ場を抱え、その事業場数が多く、環境汚染の潜在性が危惧された。そこで、当所では、ゴルフ場の系外への農薬の流出を防止するため、平成3年度から5年度にかけて、県内の矢橋工業(株)と共同で農薬除去剤の開発とその実用技術の確立<sup>1-3)</sup>を行ってきた。その結果、共同開発した製品は、県内のゴルフ場における実証試験において農薬の高い除去率が得られることが明らかになった。しかし、その除去剤流出液について農薬分解物も含めて環境への安全性を担保するため、残留性及び検出率が高いシマジンを主にその他3種類の農薬を用いて、室内実験により、水生生態系における生産者-消費者-分解者の食物連鎖の内の一次生産者である藻類を指標として、農薬除去剤の使用による藻類への毒性軽減効果を調査したので報告する。

### 調査方法

#### 1. 調査対象農薬

環境庁がまとめたゴルフ場排水口及び排水口直下の

残留農薬調査結果<sup>4)</sup>から、特に検出率の高い農薬を調査対象に選定した。シマジンの他に除草剤としてプロピザミド、殺菌剤としてイソプロチオランとフルトラニルを調査対象とした。ただし、殺虫剤については、いずれも検出率が低いことから、対象から除外した。

農薬の標準品としては、いずれも和光純薬工業(株)製を使用した。

使用した市販農薬としては、中外製薬(株)製のシマジン(シマジン成分50%(以後重量%))、ローム・アンド・ハース社製のカーブ水和剤(プロピザミド成分50%)及び日本農薬(株)製のグラステン水和剤(イソプロチオラン成分20%とフルトラニル成分25%の混合品)の3種類とした。

#### 2. 農薬の調製

上記の市販農薬3種類をそれぞれ滅菌した蒸留水に溶かし、農薬成分濃度が0.1mg/lのオーダーになるように調製した。この濃度については、著者らのゴルフ場での試験において、通常使用する量(市販農薬量として2g/m<sup>2</sup>)をグリーンに散布し、その翌日に降雨40mm/hに相当する散水を30分間行った場合に、その流出する濃度が調査農薬20種類(除草剤1種類、殺菌剤12種類、殺虫剤7種類)の内でチウラムを除いた他の

\* 岐阜県保健環境研究所, 藪田庁舎:500 岐阜市藪田南5丁目14番12号

\* Gifu Prefectural Health and Environment Research Center:14-12, Yabuta Minami 5chome, Gifu 500, Japan

19種類について0.22mg/l以下であり<sup>3)</sup>、流出農薬の安全性を考慮して、その流出濃度の最高値近傍となるように設定した。なお、試料調製用の器具は全て滅菌処理したものを使用した。

### 3. カラム流出液の試験方法

内径2cm、長さ30cmのカラムに農薬除去剤（多孔質セラミック系除去剤：活性炭=1:1（重量比））を10cmの層（約55g）に充填した。なお、農薬除去剤は矢橋工業（株）から供与されたものであり、その充填カラムは実験前に高圧加熱滅菌処理をした。

図1に示すように、農薬試料を農薬除去剤充填カラムに流速15ml/hr（50mm降雨に相当）で流し、その流出液約1,000mlを採取した。この流出液については、藻類生長阻害試験及びカラムにおける農薬除去率の調査に使用した。ただし、この実験系は、藻類生長に対する雑菌の影響を避けるため極力無菌系になるようにした。

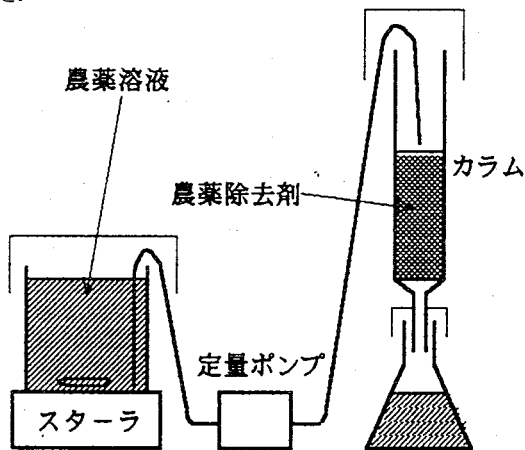


図1 農薬溶液カラム流出装置の概略図

藻類生長阻害試験については、OECDガイドラインに示す方法<sup>5)</sup>によった。なお、供試藻類にはSelenastrum capricornutumを使用し、培養温度は23.0±0.5℃、照度は7,000luxとした。なお、農薬標準品を用いた藻類生長阻害試験においては、これらの標準品が水にほとんど溶けないため溶解助剤としてジメチルスルホキシド（DMSOと略す）と分散助剤のTween20を使用し、培溶液中の濃度はそれぞれ100mg/l及び10mg/lとした。

また、農薬濃度の測定方法については、ジクロロメタン抽出後、GC/MSにより定量した。

## 結果及び考察

### 1. シマジン等の藻類生長阻害濃度

水産動物に対する農薬の影響については、農薬取締法に基づく登録申請にあたり、コイとミジンコを用いた生物試験の成績が求められるため、これらの生物に対する農薬の毒性データは多いが、藻類に対するデータは少ない。そこで、シマジン、プロピザミド、イソプロチオラン及びフルトラニルの4種類の標準品を用いたSelenastrum capricornutumの生長阻害濃度を求め、その結果を図2及び表1に示した。図2に示した農薬標準品の濃度と藻類生長阻害率の関係曲線についてはProbit法によった。なお、この試験の条件下におけるこれらの農薬の光安定性については、72時間後の農薬濃度に有意な減少は見られず農薬の分解は生じなかったことから、試験中における農薬の光分解は考慮する必要がなかった。

4種類の農薬の藻類生長阻害の強さは、表1に示した藻類生長の対照に対して50%減少させる濃度であるE<sub>0.5</sub>C<sub>50</sub>と藻類生長の無作用濃度であるNOEC<sub>5</sub>から見る

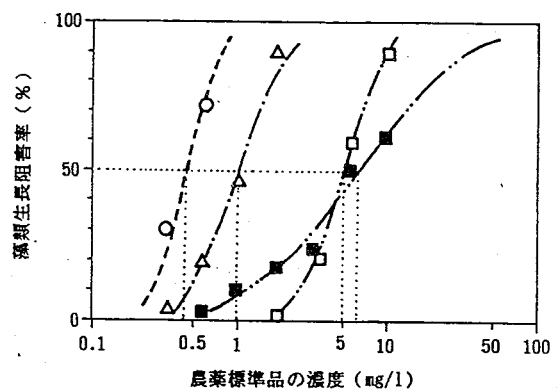


図2 農薬標準品の藻類生長阻害

○ Shimajin      □ イソプロチオラン  
△ プロピザミド      ■ フルトラニル

表1 農薬の藻類生長阻害濃度

農 薬 名	E <sub>0.5</sub> C <sub>50</sub> (mg/l)*	NOEC <sub>5</sub> (mg/l)**
シマジン	0.44	0.32
プロピザミド	0.99	0.32
イソプロチオラン	5.1	3.2
フルトラニル	6.8	1.0

\* : 供試藻類の生長を面積法で対照に比べ50%減少させると算定される供試物質濃度

\*\* : 生長が面積法で対照に比べて有意 (γ=0.05) な生長阻害を示さない無作用濃度

と、シマジン、プロピザミド、イソプロチオラン、フルトラニルの順であった。シマジンが藻類生長を一番強く阻害し、除草剤のシマジンとプロピザミドの $E_0C_{50}$ と $NOEC_0$ は、殺菌剤であるイソプロチオランやフルトラニルより1オーダー低い値を示し、これらの除草剤は殺菌剤に比べて藻類生長阻害が強かった。シマジンはトリアジン系除草剤で光合成阻害作用があり、プロピザミドはカルバマート系除草剤で蛋白合成阻害作用があるとされている<sup>6)</sup>。毒性の発現には作用機構だけでなく暴露される生物の代謝機能も関与するが、一般的には標的生物と分類学的に近い生物種ほど毒性影響を受けやすい<sup>7)</sup>ため、植物プランクトンで緑藻類に分類される供試藻類の*Selenastrum*は、これらの殺菌剤によるよりも除草剤によって、より大きな生長阻害を受けたものと考えられた。

## 2. 市販シマジン等の藻類生長に対する影響

市販農薬のシマジン、カーブ水和剤、グラストン水和剤は農薬成分と鉱物質微粉等の粉末混合剤であった。これらの市販農薬の水溶液と対照の藻類生長曲線を図3

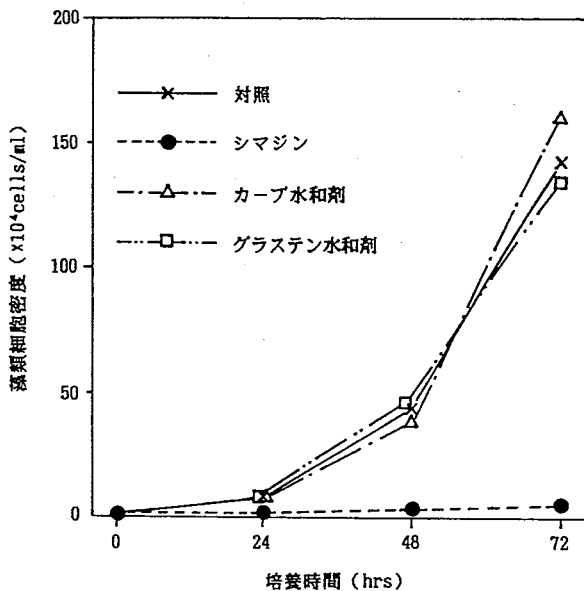


図3 市販農薬水溶液の藻類生長曲線

に示した。なお、農薬の実測濃度については、シマジン溶液のシマジン成分濃度が0.54mg/l、カーブ水和剤溶液のプロピザミド成分濃度が0.34mg/l、グラストン水和剤のイソプロチオラン及びフルトラニル成分濃度が、それぞれ0.078mg/l及び0.13mg/lであった。図3に示すようにカーブ水和剤溶液及びグラストン水和剤溶液の当該濃度では、*Selenastrum capricornutum*の生長曲線は対照の生長曲線と酷似し、生長阻害は見られなかったが、シマジン溶液のこの濃度において藻類生長に明白な阻害が認められた。したがって、ゴルフ場においてシマジン散布後のすぐに50mm/hrぐらいの降雨があった場合には、この農薬がグリーン直近に繁殖する藻類の生長に影響を与えることが危惧された。

## 3. 農薬除去剤による藻類影響の軽減

農薬除去剤充填カラムに上記の市販農薬の水溶液を流した場合のカラム流出前後の農薬成分濃度及びその農薬除去率を表2に示した。このカラムにより、農薬成分のシマジンは96%、プロピザミドは99%以上、イソプロチオランは98%以上、フルトラニルは99%以上除去され、この農薬除去剤の高い除去力が確認できた。

また、カラム流出液の藻類生長阻害試験を行い、阻害の有無を調べた結果、いずれの流出液（シマジン濃度は0.024mg/l、その他の農薬の成分濃度はいずれも0.001mg/l未満）も藻類生長の阻害が認められなかった。シマジンについては、カラム流出前の溶液（シマジン濃度0.54mg/l）では藻類生長阻害が認められたが、このカラムを通すことにより96%の農薬が除去され、図4に示すように藻類生長阻害は認められなくなった。

農薬散布後の直近に降雨があった場合には、農薬は光や微生物等により分解される前に環境へ流出されるであろうが、表2に示した農薬充填カラム流通後の農薬濃度の低値の結果から、ゴルフ場にこの共同開発し

表2 農薬除去剤充填カラムによる農薬除去率

商品名	農薬成分名	カラム流通前後の濃度 (mg/l)		農薬除去率 (%)
		流通前	流通後	
シマジン	シマジン	0.54	0.024	96
カーブ水和剤	プロピザミド	0.34	<0.001	>99
グラストン水和剤	イソプロチオラン	0.078	<0.001	>98
	フルトラニル	0.13	<0.001	>99

た農薬除去剤を適正に設置することにより、ゴルフ場の系外に流出する農薬は大部分除去されと考えられた。また、表1の藻類生長阻害濃度 $E_0C_{50}$ の結果から水環境中の藻類生育の錯乱回避の可能性が示唆された。

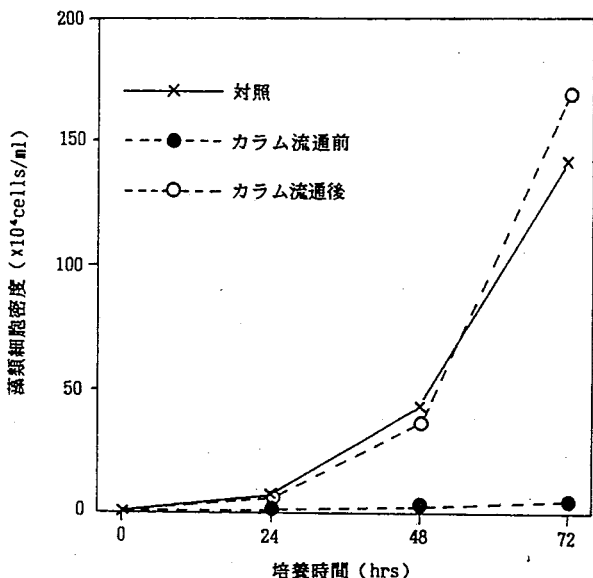


図4 シマジン溶液のカラム流通前後における藻類生長曲線の比較

### ま と め

ゴルフ場排水において特に検出率の高い農薬である除草剤のシマジンを主に、プロピザミド及び殺菌剤のイソプロチオラン、フルトラニルを用いて、藻類生長阻害濃度及び当所と矢橋工業(株)が共同開発したゴルフ場農薬除去剤による水環境中の藻類への生長阻害に対する軽減効果を調査し、次の知見を得た。

- 1) 標準品を用いた農薬成分の $E_0C_{50}$ 及び $NOEC_0$ から供試農薬の藻類生長阻害の強さについては、シマジン>プロピザミド>イソプロチオラン≒フルトラニルの順であり、シマジンの $E_0C_{50}$ は一番低濃度の0.44mg/lであった。
- 2) ゴルフ場のグリーンに通常使用する農薬量(2g/m<sup>2</sup>)を散布し、翌日に40mm/h降雨が30分継続した場合、グリーン直近の排水中の農薬成分濃度として可能性のある濃度である0.1mg/lのオーダーでは、シマジン(成分濃度0.54mg/l)においてのみ藻類生長阻害

が認められた。

3) 農薬成分濃度0.1mg/lのオーダーにおいて、共同開発した農薬除去剤により、シマジンは96%、プロピザミドは99%以上、イソプロチオランは98%以上、フルトラニルは99%以上除去され、シマジンの藻類生長は阻害されなくなった。

ゴルフ場における農薬散布は通常晴天の継続する時に実施するが、天気急変により農薬散布直後に降雨のあった場合には、比較的高濃度の農薬を含んだ水が流出し、水環境中の藻類に影響を与える可能性があるが、この共同開発した農薬除去剤を農薬除去効率の良い施工方法で設置すれば、環境中の藻類に影響を与えない濃度に農薬を除去でき得ると推察された。

### 謝 辞

本試験にあたり藻類の*Selenastrum capricornutum*を分与していただいた国立環境研究所の島山成久先生、笠井文絵先生及びProbit法のソフトを提供していただいた岐阜医療技術短期大学の吉岡義正先生に深謝いたします。

### 文 献

- 1) 岐阜県公害研究所, 矢橋工業株式会社: 平成3年度共同研究報告, 1992
- 2) 岐阜県公害研究所, 矢橋工業株式会社: 平成4年度共同研究報告, 1993
- 3) 岐阜県保健環境研究所, 矢橋工業株式会社: 平成5年度共同研究報告書, 1994
- 4) 日本農薬学会: 平成4年度日本農薬学会公開セミナー 農薬と環境と安全性シンポジウム(第7回)「農薬とは何か」講演集, 13~15, 1993
- 5) OECD Guideline for Testing of Chemicals, "Alga, Growth Inhibition Test", 1993
- 6) 福永一夫監修: 農薬-安全性をめぐる技術と行政, (株)白亜書房, 1990
- 7) 茂岡忠義: 水質汚濁研究, 14, 88~91, 1991

## 〈 他 誌 掲 載 論 文 〉

### 岐阜県におけるエコーウイルス30型による無菌性 髄膜炎の流行について

三輪智恵子, 猿渡正子

感染症学雑誌 67:1068-1075, 1993

1991年7月から12月にかけて, 岐阜県で無菌性髄膜炎の流行がおこった。133症例について疫学的, ウイルス学的, 血清学的に検討した結果, 以下の事が判明した。

1. 患者の年齢は, 0歳から13歳に分布していたが, 3歳から7歳が75.9%を占めていた。
2. 133症例中83症例(62.4%)より, 3種類のエンテロウイルスが分離されたが, 71症例(85.5%)よりエコーウイルス30型(E-30)が分離された。
3. 交差中和試験で, 1991年E-30分離株と標準株との抗原構造には, 大差がなかった。
4. E-30流行後(1992~1993), 住民(0~9歳)のE-30に対する中和抗体保有率は, 標準株で測定すると51.9%で, 1991年分離株では34.0%と低率であった。

### Small, Round-Structured Viruses(SRSVs) Associated with Acute Gastroenteritis Outbreaks in Gifu, Japan

Hiro Yoshi Kawamoto, Sumiyo Hasegawa, Seiko Sawatari, Chieko Miwa, Osayuki Morita, Takehiko Hosokawa and Hiroshi Tanaka, Microbiology and Immunology 37(12), 991-997, (1993).

Two outbreaks of non-bacterial gastroenteritis occurred in Gifu prefecture in January 1989 and in January 1991. Both outbreaks were closely related to the consumption of raw oysters, and showed similar clinical features. Small, round-structured virus particles were found in patient of the outbreaks were strongly suggested by immune electron microscopy and/or western-blotting im-

munoassay. When compared with SRSV-9(Tokyo/SRSV/85-510) reported previously(Hayashi et al, J.Clin.Microbiol.,27:1728-1733, 1989), it was found that these viral particles were antigenically similar to SRSV-9, and had a major structural protein of 63 kilodaltons(kDa). Further, the prevalence of this agent in Gifu area was examined by western blot antibody assay using 67 serum samples collected from the inhabitants in 1991. The results indicated the circulation of the same or antigenically similar agent in this area.

### A群ヒトロタウイルス(HRV)流行における血清型疫学解析研究

川本尋義, 河合 信, 松本和男, 長谷川澄代, 森田修行, 篠川 且, 篠崎邦子, 板垣朝夫, 川本 歩, 石田 茂, 藤井理津志, 浦沢正三

平成4年度厚生科学医療研究事業総括・分担報告集 厚生科学A群HRV血清型疫学研究班編 編集発行責任者 川本尋義 平成5年4月発行

厚生科学研究国庫補助金事業(平成4年度)医療研究課題「A群ヒトロタウイルス(HRV)流行における血清型疫学解析研究」を前年度に引き続き本州3横断面8県地方衛生研究所と札幌医大衛生学教室と共同研究を実施した。この研究では, 各地方地域の冬季胃腸炎下痢症関連のA群HRVとその血清型出現分布について調査し, 前年の状況と成績に対比し比較検討した。また, ウイルス検査法については前回までの研究班血清型鑑別統一術式に加え亜群型についても同時測定判定できる様に検査法と精度向上の改良を行い, この検査法をもとに実施した大数調査にてA群HRV総合型別ELISA診断法がここに完成し確立した。

### TLCによる中毒起因物質としての農薬の迅速スクリーニング法

森 博美, 山口佐知子, 岩田有紀子, 橋本理恵子, 山崎 太, 早田道治 (大垣市民病院薬剤部)  
坂井至通 (岐阜県保健環境研究所)  
佐藤孝彦, 永瀬久光 (岐阜薬科大学公衆衛生学教室)

衛生化学, 40(1), 101-110(1994)

急性中毒患者の来院時に, 中毒起因物質が直ちに判明できない場合がある. 一般には, 患者の来院時の症状, 呼気, 付着物, 胃洗浄液などのおいや色から推定したり, 服用したと思われる空き瓶を持参してもらい判定に役立っている. しかし, これら情報が得られなかったり乏しい場合が多い. このような場合, 臨床で役立つ, 迅速で簡便な方法として薄層クロマトグラフィを用いたスクリーニング法を検討した.

### Dietary Fiber Intake of Japanese Younger Generations and the Recommended Daily Allowance

Takahiro Nishimune, Tatsuo Sumimoto, Yosimasa Konishi, Tsumoru Yakushiji, Yoshio Komachi, Yukimasa Mitsuhashi<sup>1</sup>, Ikuho Nakayama<sup>1</sup>, Kunio Okazaki<sup>1</sup>, Taizo Tsuda<sup>1</sup>, Akihiro Ichihashi<sup>1</sup>, Toru Adachi<sup>1</sup>, Masaaki Imanaka<sup>1</sup>, Tadashi Kirigaya<sup>1</sup>, Husao Ushio<sup>1</sup>, Yoji Kasuga<sup>1</sup>, Kiyoko Saeki<sup>1</sup>, Yuzo Yamamoto<sup>1</sup>, Tomio Ichikawa<sup>2</sup>, Sumio Nakahara<sup>3</sup>, and Seiichi Oda<sup>3</sup>

Osaka Prefectural Institute of Public Health

<sup>1</sup>Japan Association of Prefectural and Municipal Public Health Institutes

Tokyo Metropol. Res. Lab. Publ. Health

<sup>2</sup>National Institute of Health and Nutrition

<sup>3</sup>The Ministry of Health and Welfare

*J. Nutr. Sci. Vitaminol*, 39, 263-278, 1993

A method was introduced for the estimation of total dietary fiber(TDF)intake of a population

using a menu-oriented questionnaire and a menu-based calculation table. TDF intake correlated well with age in a population investigated, and in younger generations TDF consumption was very low(less than 11.5g/day in teenagers). The similar results were obtained from the calculation using data of National Nutrition Survey(10.7g/day). The foodstuffs they consumed were more processed and refined. This fact suggested that in younger generations a future resumption of their present eating habits might produce a serious lack of TDF intake in later years. To clarify the optimal level of TDF intake for the upper limit of recommended daily allowance(RDA) of an average Japanese, the following were measured and calculated. (I) Estimation of recent TDF intake(1990)and of 30 and 50 years ago (1955,1935), based on TDF data of foodstuffs by the enzymaticgravimetric method. (II) Measurement of the TDF of model duplicate meals and model composite diets for the average Japanese in 1985 using the same assay method. (III) Conversion of a recommendation of 20-35 g/day for American into RDA for Japanese considering energy consumption and lower fat intake. (IV) Re-estimation of the literature data on the adverse effects of DF on the human mineral balance considering the insufficient calcium intake of Japanese. The results indicated an RDA of 10-12g TDF/1,000kcal fit better for an average Japanese.

### 木酢液による悪臭除去に関する研究 (第2報)

高原康光, 加藤邦夫 (岐阜県保健環境研究所)  
井奈波良一, 岩田弘敏 (岐阜大学医学部衛生学講座)

日本公衛誌41(2), 147-156(1994)

炭焼き時の煙の凝縮によって得られる木酢液を畜産臭気対策に利用するため, アンモニア, 硫化水素等の標準臭気の消臭・脱臭を目的とした基礎的な試験を行っ

てきたが、本報では、実試料である豚糞臭気を対象とした応用研究を行った。

使用した豚糞は、養豚場の代表臭とされる不快性の最も強い未熟発酵の豚糞である。この豚糞の主要な悪臭物質はアンモニア、硫化メチル、硫化水素、酪酸及び吉草酸等であったが、閾希釈倍数から推定した豚糞臭の主因物質は酪酸及び吉草酸等の低級脂肪酸であった。

豚糞に対する木酢液の最適添加量を官能試験法を用いて検討したところ、豚糞重量に対する木酢液の添加率が6.6%の時、不快度が1.5ポイント好転し、最も良好な結果が得られた。

一定の条件下における木酢液の悪臭物質低減効果を判定するために、デシケーター内に封入した木酢液添加豚糞と対照の悪臭物質濃度の経時変化を比較検討した結果、木酢液添加豚糞の低級脂肪酸の低減は1.5時

間経過で90%以上に達し、その他の悪臭物質も3時間経過で70%以上低減した。

次に、養豚場を想定した条件下で木酢液の消臭・脱臭効果を判定するために、養豚場内にビニルハウスを設置し、木酢液添加豚糞と対照との比較を、著者らの提案した化学分析と官能試験を併用した総合評価法で行った。その結果、フィールドの温湿度条件下においても、木酢液添加豚糞はデシケーター試験と同様な悪臭物質の低減効果が得られ、その臭気質は「腐敗臭」から「木酢臭」に変化し、臭気強度及び不快感も軽減した。さらに、繰り返し試験における観察の結果、木酢液添加豚糞へのハエの侵入は皆無であり、ハエの誘引性にも差が認められた。

以上の結果、木酢液は実試料である豚糞臭に対して効果的な消臭・脱臭作用等を有することが判明した。

## 〈 学 会 報 告 〉

- 1992年岐阜県における無菌性髄膜炎の流行について  
三輪智恵子  
第67回日本感染症学会総会 1993, 東京都
- コクサッキーウイルスB-4型の流行と血清疫学  
三輪智恵子  
第41回日本ウイルス学会総会 1993, 札幌市
- 本州断面8地域におけるA群ヒトロタウイルス血清型疫学的研究 第2報  
川本尋義, 松本和男, 長谷川澄代, 森田修行,  
篠川 旦, 篠崎邦子, 板垣朝夫, 石田 茂,  
川本 歩, 藤井理津志, 浦沢正三  
第41回日本ウイルス学会総会 1993年, 札幌市
- 我が国におけるヒトC群ロタウイルス流行状況  
藤井理津志, 葛谷光隆, 濱野雅子, 川本尋義,  
松本和男, 長谷川澄代, 森田修行, 篠川 旦,  
篠崎邦子, 板垣朝夫, 石田 茂, 川本 歩,  
浦沢正三  
第41回日本ウイルス学会総会 1993年, 札幌市
- 医薬品品質管理における分析精度のクロスチェック  
について (局方ロートエキスの分析)  
坂井至通, 清水英徳, 吉田 勲, 今井準三 (岐阜  
県保健環境研究所)  
日置一男 (岐阜県製薬協会)  
日本薬学会第114年会 1994年3月, 東京
- ドリンク剤中のアミノ酸のDansyl化HPLC分析につ  
いて  
清水英徳, 坂井至通, 今井準三 (岐阜県保健環境  
研究所)  
日本薬学会第114年会 1994年3月, 東京
- HPLC-ダイオードアレイ検出器を用いた薬物中毒  
物質の一斉分析  
坂井至通 (岐阜県保健環境研究所)
- 森 博美, 山口佐知子, 橋本理恵子, 山崎 太,  
早田道治 (大垣市民病院薬剤部)  
永瀬久光 (岐阜薬科大学公衆衛生学教室)  
第15回日本中毒学会 1993年7月, 宇都宮
- HPLC determination of benzodiazepines in phar-  
maceutical preparations by using diode-array  
detector  
Yoshimichi SAKAI, Hidenori SHIMIZU,  
(Gifu prefectural Health and Environment  
Res. Cent.)  
Hiromi MORI, and Futosi YAMAZAKI  
(Ogaki Municipal Hospital)  
53rd International Congress of Pharmaceutical  
Sciences, September, 1993 Tokyo, Japan
- 神経芽細胞腫マスキリーニング小児採尿用殺菌剤  
添加容器の汚染防止および検査結果にあたる影響  
の評価  
夫馬茂晴<sup>1</sup>, 小川 恵<sup>1</sup>, 平野智津子<sup>1</sup>, 三好 孝<sup>1</sup>,  
船坂録三<sup>1</sup>, 今井準三<sup>2</sup>, 後藤喜一<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>岐阜県公衆衛生検査センター  
<sup>2</sup>岐阜県保健環境研究所  
第21回日本マスキリーニング学会, 1993年6月,  
札幌市
- HPLCによる尿中トリプトファン代謝物の測定 (第  
3報) キサンツレン酸8-メチルエーテルの定量  
今井準三<sup>1</sup>, 林 恭子<sup>1</sup>, 河合 信<sup>2</sup>, 山口清次<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>岐阜県保健環境研究所, <sup>2</sup>岐阜県立健康管理院  
<sup>3</sup>岐阜大学小児科  
第39回東海公衆衛生学会, 1993年7月, 名古屋市
- TWO INHERITED METABOLIC DISEASES DE-  
TECTABLE IN MASS SCREENING OF NEURO-  
BLASTOMA: XANTHURENIC ACIDURIA AND  
ALKAPTONURIA  
S. Yamaguchi<sup>1,2</sup>, J. Imai<sup>3</sup>, M. Kawai<sup>3</sup>, M. Ogawa<sup>4</sup>,



N.Sakura<sup>5</sup>, M.Hamakawa<sup>6</sup>, K.Matsuura<sup>7</sup>,  
T.Orii<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Pediatr., Gifu Univ., <sup>2</sup>Dept. of Pediatr., Shimane Medical Univ., <sup>3</sup>Gifu Pref. Health and Environ. Res. Center, <sup>4</sup>Gifu Res. Center for Public Health, <sup>5</sup>Dept. of Pediatr., Hiroshima Univ., <sup>6</sup>Anal. Center of Med. Assoc. of Hiroshima-City, <sup>7</sup>JEOL Ltd.

3rd International Symposium on Neuroblastoma Screening, September, 1993, Kyoto

○神経芽細胞腫マスキリングで発見されるキヌレニナーゼ欠損症：酵素診断および家族検索

山口清次<sup>1</sup>, 今井準三<sup>2</sup>, 折居忠夫<sup>1</sup>

<sup>1</sup>岐阜大学小児科, <sup>2</sup>岐阜県保健環境研究所

第36回日本先天代謝異常学会, 1993年10月, 仙台市

○カルシウム欠損水酸アパタイト上での揮発性有機塩素化合物の分解挙動

西川治光 (岐阜県保健環境研), 門間英毅 (工学院大)

第3回環境化学討論会 1993.6.10 大阪

○県内水道原水 (表流水) 中の総窒素, 総リン等の濃度について

梶川正勝, 寺尾 宏, 村瀬秀也, 南部敏博, 森 仁, 加藤邦夫, 今井準三, 可児敏彦 (岐阜県保健環境研)

第39回東海公衆衛生学会 1993.7.30 豊明

○木酢液による悪臭除去に関する研究 (第3報)

高原康光, 加藤邦夫 (岐阜県保健環境研), 井奈波良一, 岩田弘敏 (岐大医・衛生)

第52回日本公衆衛生学会総会 1993.10.21 北九州

○各務原台地の地下水の木曾川対岸への影響

寺尾 宏 (岐阜県保健環境研), 吉岡龍馬 (京大防災研), 加藤喜久雄 (名大大気水圏研)

日本地下水学会1993年秋季大会 1993.10.28~30  
山形

○水生生物からみた長良川の水質について

大江章夫, 村瀬秀也, 安田 裕, 渡辺憲人, 野村泰之 (岐阜県保健環境研)

日本陸水学会第58回大会 1993.11.5~7 松江

○濃尾平野北部の木曾川両岸の地下水 (第2報)

寺尾 宏 (岐阜県保健環境研), 吉岡龍馬 (京大防災研), 加藤喜久雄 (名大大気水圏研)

日本陸水学会第58回大会 1993.11.5~7 松江

○産業廃棄物から溶出する有機汚濁物質及び重金属の原単位

安田 裕, 角田 寛, 渡辺憲人 (岐阜県保健環境研)

第20回環境保全・公害防止研究発表会 1993.11.16  
広島

○開発途上国の都市部におけるし尿・生活排水処理の段階的改善計画手法の開発に関する研究(1)

—インドネシア国における現状と問題点—

小嶋公史, 桜井国俊, 比脇秀俊 (東京大, 工, 都市工学科)

大森信慈 (国際協力事業団派遣専門家, 在インドネシア)

南部敏博 (岐阜県保健環境研究所)

土木学会 第1回地球環境シンポジウム 東京都

<監 修>

井 口 恒 男

<編 集 委 員>

広 瀬 茂, 棚 橋 宣 康, 太 田 雅 賀,  
長 野 功, 白 木 康 一, 南 部 敏 博

---

岐 阜 県 保 健 環 境 研 究 所 報 No.2  
平 成 6 年 10 月  
Report of Gifu Prefectural Health and Environment  
Research Center  
1994

---

編集発行 岐 阜 県 保 健 環 境 研 究 所  
岐阜市野一色4丁目6番3号 〒500  
TEL <058> 246-1101  
Editorial Office Gifu Prefectural Health and Environment  
Research Center  
6-3, Noishiki 4chome,  
Gifu 500, Japan  
印刷所 岐阜市石長町6丁目5番地  
三 進 社 印 刷 所

---

