

## 長野県下の河川水および水道水の水質調査

—河川水, 水道水のカルシウム, マグネシウム, 鉄, 亜鉛濃度—

那須(中島)民江\*・村山忍三\*

Research on metal ions of river and drinking  
water in Nagano prefecture

Tamie NAKAJIMA-NASU\*, Ninzo MURAYAMA\*

### 要 旨

長野県下の河川水と水道水のカルシウム, マグネシウム, 鉄, 亜鉛, 銅, およびマンガンの濃度を測定した。千曲川, 梓川・犀川, 天竜川は木曾川や高瀬川に比べてカルシウム, マグネシウム濃度が高かった。水道水中のカルシウム, マグネシウム濃度も河川水と同様の傾向が認められた。カルシウム, マグネシウムを多く含む河川水の源流の地層には安山岩が多く含まれ, 少ない河川水の源流の地層は花こう岩や古生層で構成されており, このことが, 河川水, 水道水中のカルシウム, マグネシウム濃度の差の一因であることが示唆された。亜鉛は河川水には検出されず, 水道水の約50%に検出された。鉄は河川水と水道水に検出されたが, 両者の間にカルシウムやマグネシウムのような関係は認められなかった。

### 緒 言

人間が生命を維持し, 健康を促進させて快適な生活をしていくうえで水とのかかわり合いはきわめて深い。良質な水は人間にとって好ましい環境を作り上げるが, その水に問題が存在すれば, 健康の障害や疾病を惹起する可能性が高いであろう。

わが国の河川水の水質調査は古くから行なわれている。一般にわが国の河川水はアジア, ヨーロッパ, アメリカ等諸外国に比べ, カルシウム, マグネシウム, および炭酸カルシウム(アルカリ度)が低く, 非常に軟水であるといわれている。しかし珪酸について比較すると, 諸外国より日本の河川水の方が濃度は高い傾向にあるという<sup>2)</sup>。一方, 日本国内の河川水を詳細に検討すると, 関東, 九州, 四国地方の河川は他の地方の河川に比べてカルシウム含有量が多く, 火山系の地質(霧島火山系, 那須火山系, 富士火山系, 八甲田山, 阿寒岳など)を貫流する河川においては珪酸の含有量が多いという<sup>1)</sup>。

長野県は日本有数の山岳県であり, 多岐にわたる山系

がからみ合い, たくさんの分水嶺を有する。本調査は長野県内を貫流する河川水とその周辺の水道水の水質を知る目的で行なわれた。さらにこれらの水質が源流の地質の影響をどのようにうけるか検討した。

### 方 法

#### I 調査対象

長野県内を源流とする6河川(千曲川, 姫川, 高瀬川, 梓川・犀川, 木曾川, 天竜川)の水とその周辺の水道水を調査対象とした。河川水はそれぞれの採水地点における川のほぼ中央より採水した。水道水は河川水の採水地点近くの水道じゃ口栓より採水した。

#### II 分析方法

銅, マンガン, 亜鉛, 鉄, カルシウムおよびマグネシウム濃度は原子吸光分光光度計(パーキンエルマ, モデル4000)で測定した。

### 結果および考察

#### I 河川水および水道水のカルシウム, マグネシウム, 亜鉛, 鉄濃度

\*信州大学医学部 Fac. Med., Shinshu Univ.

図1と2はそれぞれ河川水と水道水各採水地点におけるカルシウムとマグネシウム濃度を示している。表1は河川水とその流域の水道水の各イオン濃度の平均値を示す。千曲川、梓川・犀川および天竜川のカルシウム含有量は他の河川水より2~3倍多い数値を示した。マグネシウムもカルシウムと同様千曲川、梓川・犀川および天竜川に多く含まれた(4~6倍)。

すなわち、長野県の東部(群馬県の西部および山梨県の北部)の山系を水源とする河川水にはカルシウム、マグネシウムが多く、西部(岐阜県の東部)の山系を水源とする河川水には比較的少ない。この結果は岐阜県の東部(長野県の西部)の山系を水源とする河川水のカルシウム、マグネシウム濃度は低く、群馬県、埼玉県西部(長野県の東部)の山系を水源とする河川水には非常に多いという報告<sup>1)</sup>とよく一致する。

それぞれの河川水と水道水のカルシウム、マグネシウム濃度を比較すると、両者の間にはよい相関(カルシウム:  $r = 0.806$ , マグネシウム:  $r = 0.762$ )が認められた。すなわち、私達が飲用する水の水質はカルシウムとマグネシウム含有量に関してはその近傍を流れる河川水の水質とよく似ていることが判明した。しかし、飯田で採水した水道水のみは例外で、その近くの天竜川の水質と異なり、むしろ木曾川の水質と似ていた。この水道水の水源は中央アルプス山系にあることが明らかとなり、天竜川の源流とは全く異なっていた。しかしその他の天竜川周辺の水道水の水源はいずれもこの河川水の支流にあった。

図3と4はそれぞれ河川水と水道水の亜鉛と鉄の濃度を示している。亜鉛含有量はどの河川水においても検出限界以下であった。しかし水道水からは検出された箇所があった。鉄はいずれの河川水および水道水からも検出

された。しかしカルシウムやマグネシウムのような河川水、水道水間の明確な違いは認められなかった。木曾と松本で採水した水道水中には他の水道水より高濃度の鉄が検出された。これらの地点は貯水槽を有する建築物からの採水であった。水道水中の亜鉛と鉄の含有量は河川水の水質より、その水が供給される水道管や貯水槽などの材質に左右されるのかもしれない。

銅およびマンガンはいずれの河川水、水道水からも検出されなかった。

## II 河川水のカルシウム、マグネシウム含有量と地質との関係

図5は長野県の地質分布図<sup>2)</sup>である。図から明らかのように、千曲川、天竜川、および梓川・犀川の源流の地質は安山岩を多く含み、木曾川、高瀬川の源流には花こう岩および古生層が広く分布していることが明らかである。表2は花こう岩と安山岩の元素含有率を示している。表から、安山岩は花こう岩よりもカルシウム、マグネシウムを3倍も多く含むことが明らかである。したがって安山岩が広く分布する地質を源流としたり、貫流する河川水のカルシウム、マグネシウム濃度は、花こう岩や古生層地域を源とする河川水よりも高くなることが予想される。実際、千曲川、梓川・犀川、天竜川のカルシウム、マグネシウム濃度は木曾川や高瀬川より2~3倍高く(図1, 2, 表1)、地質の違い(安山岩、花こう岩の分布の違い)が、これらの河川水間の水質の差異の一因となっているであろう。

## III 河川水の水質の経年変化について

図6は昭和25年小林<sup>1)</sup>により測定された長野県下の河川水のカルシウム濃度を示している。長野県の西部に水源を有する河川のカルシウム濃度は東部に水源を有する河川よりも比較的少ないことが明らかである。この報告

表1. 河川水、水道水のカルシウム、マグネシウム、鉄および亜鉛の平均濃度(μ)

n <sup>a</sup>	河川水			水道水				
	Ca	Mg	Fe	Ca	Mg	Fe	Zn	
千曲川	7	5.20*	3.29*	0.15	6.29*	3.80*	0.59	0.05
梓川・犀川	4	4.78*	2.19	0.14	4.42*	2.18*	N.D.	0.11
天竜川	5	7.73*	2.47*	0.12	11.31*	2.23*	N.D.	0.08
高瀬川	3	2.93	0.52	0.10	1.40	0.28	0.09	0.09
木曾川	4	2.76	1.17	0.04	1.89	0.60	0.48	0.19

a: 採水箇所

\*: 高瀬川、木曾川との間に有意差あり ( $P < 0.05$ )

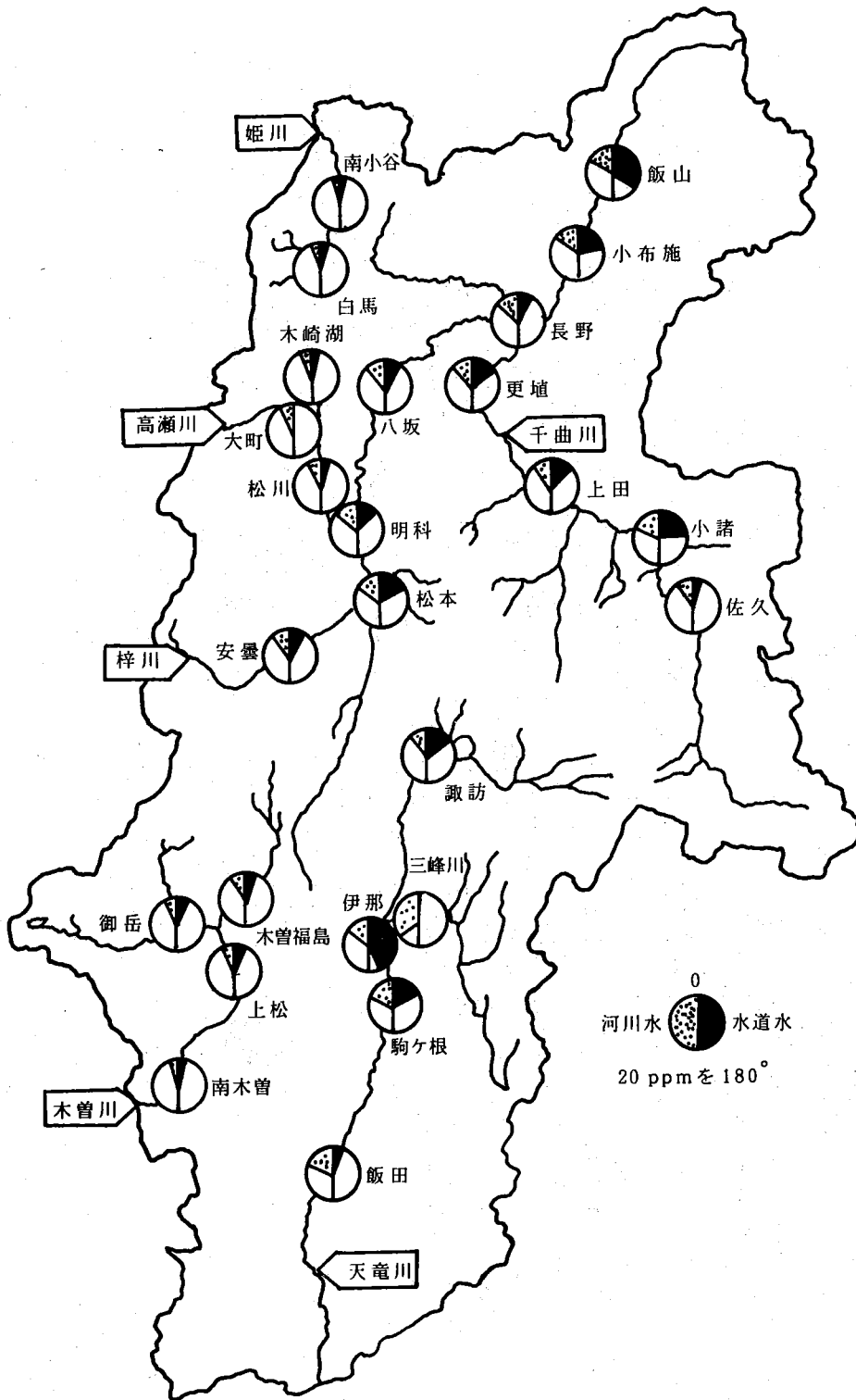


図1. 河川水および水道水のカルシウム濃度  
 (大町, 三峰川の水道水中カルシウム濃度は欠測)

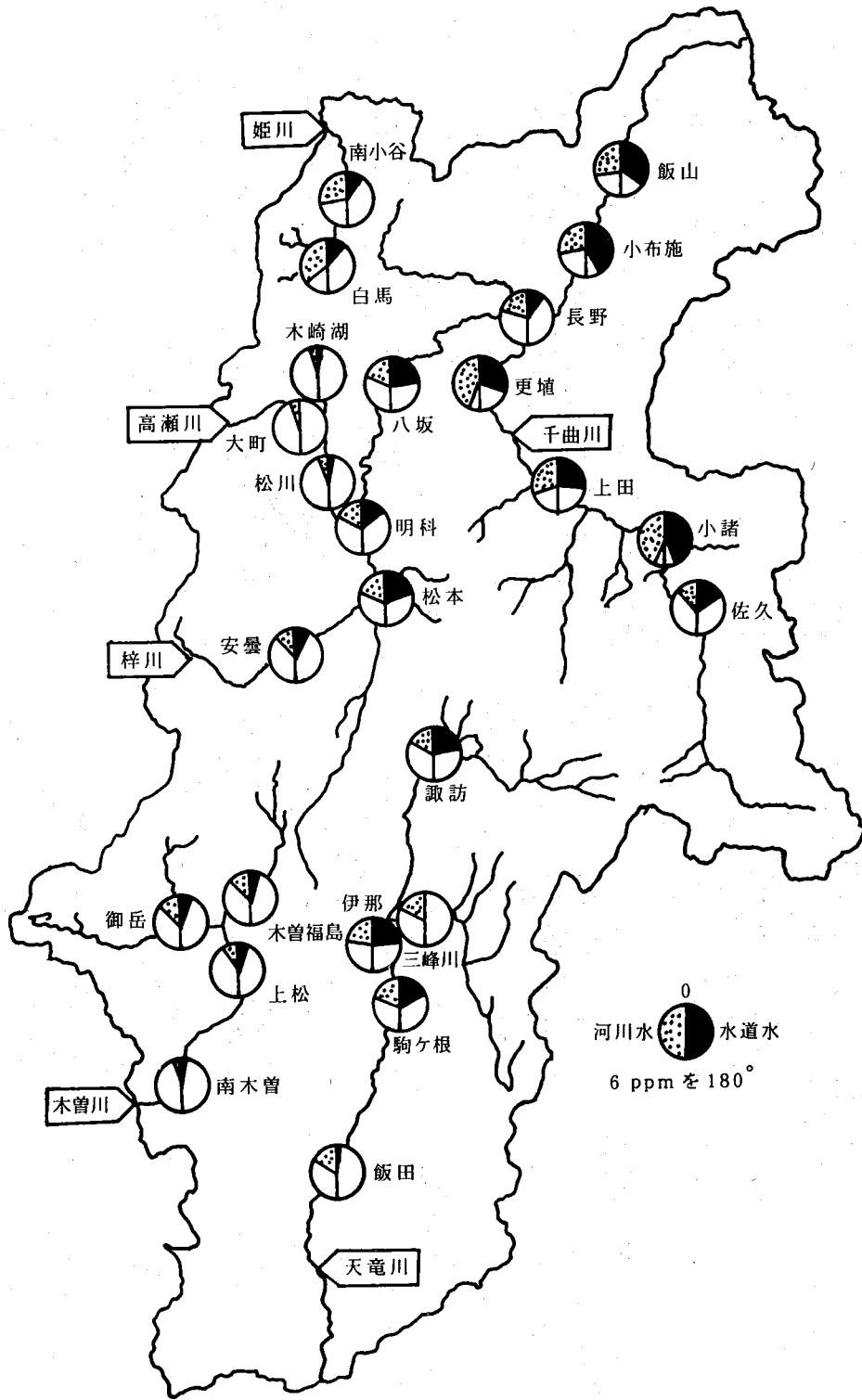


図2. 河川水、水道水のマグネシウム濃度  
 (大町、三峰川の水道水中マグネシウム濃度は欠測)

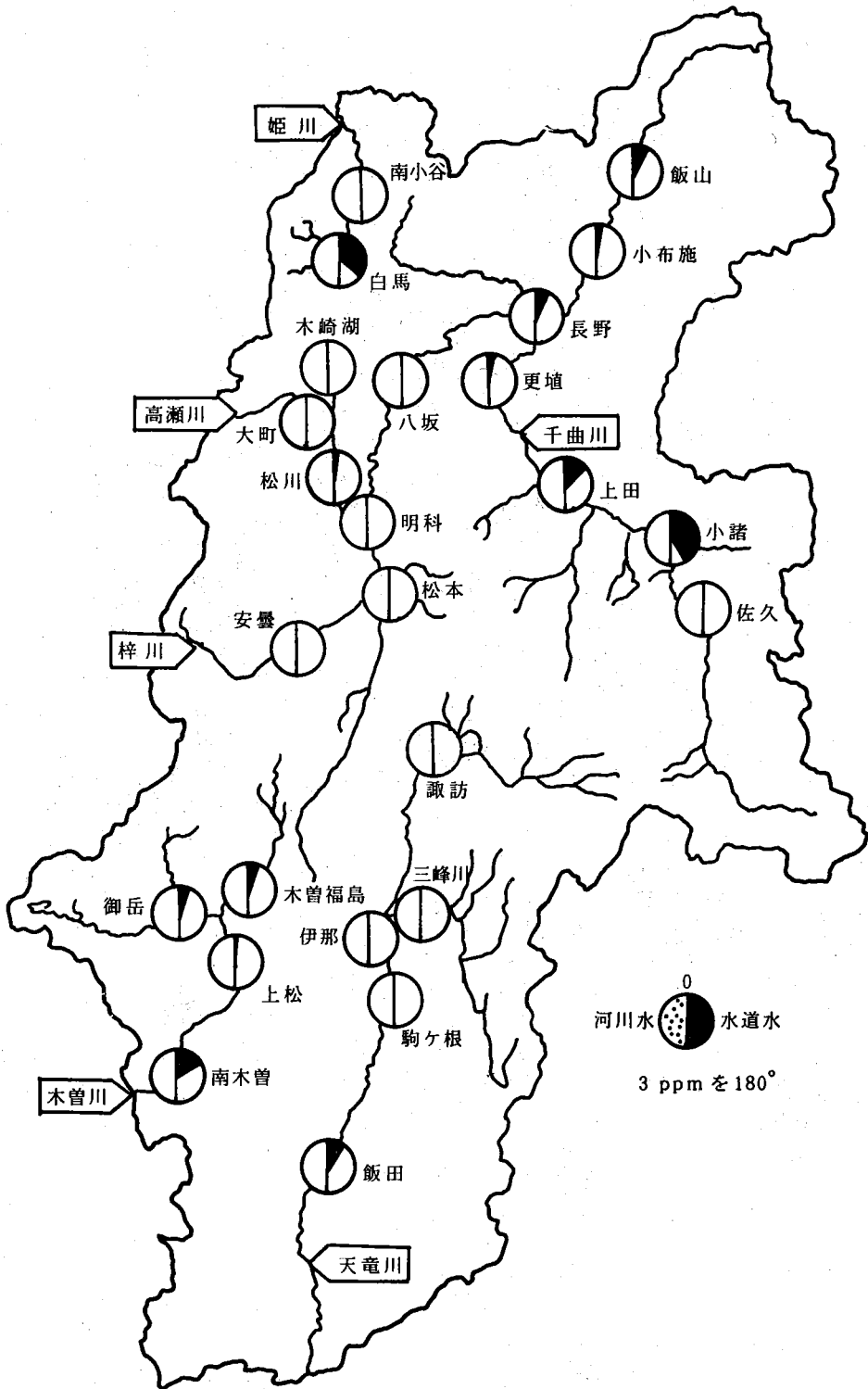


図3. 河川水、水道水の亜鉛濃度

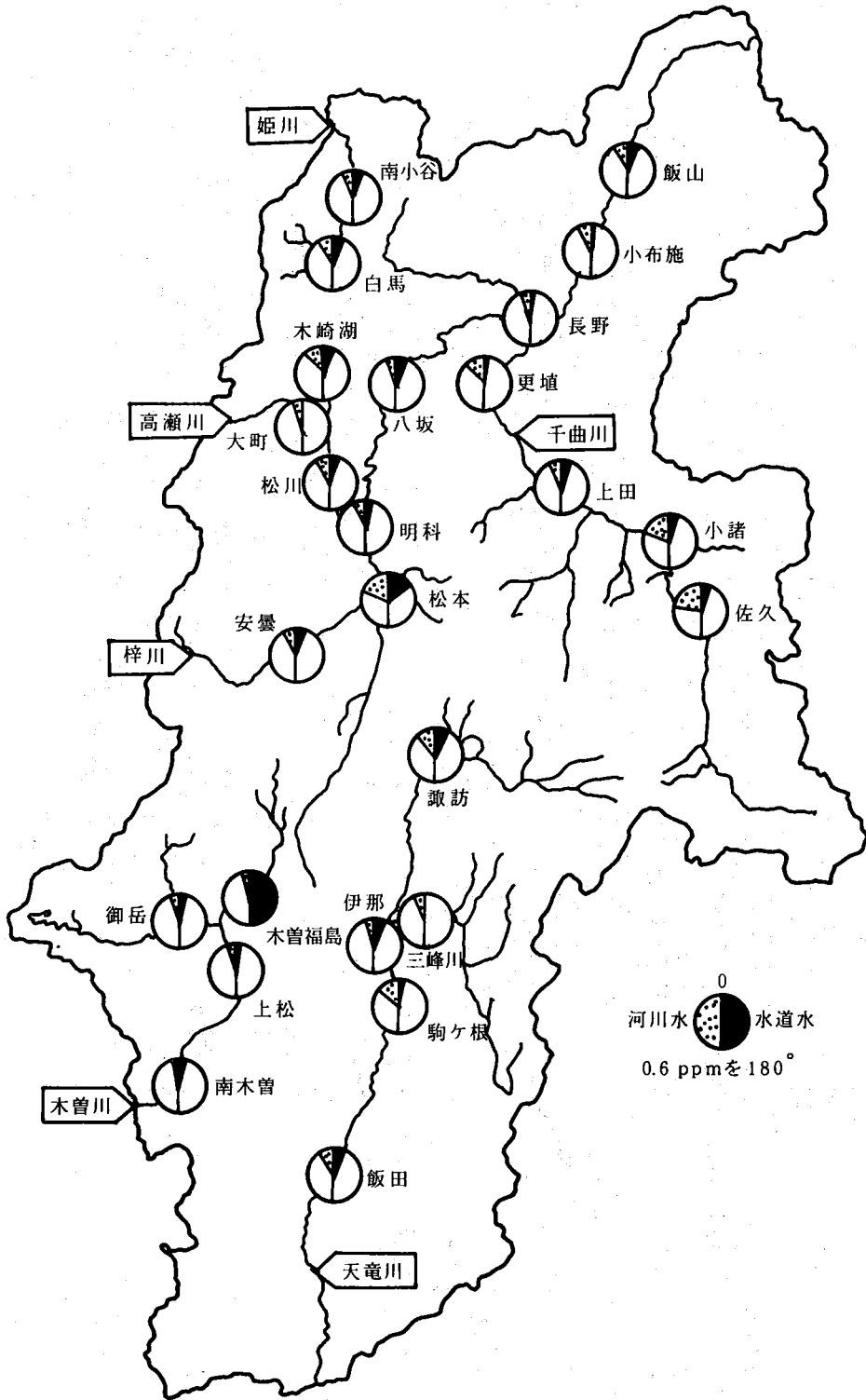


図4. 河川水、水道水の鉄濃度

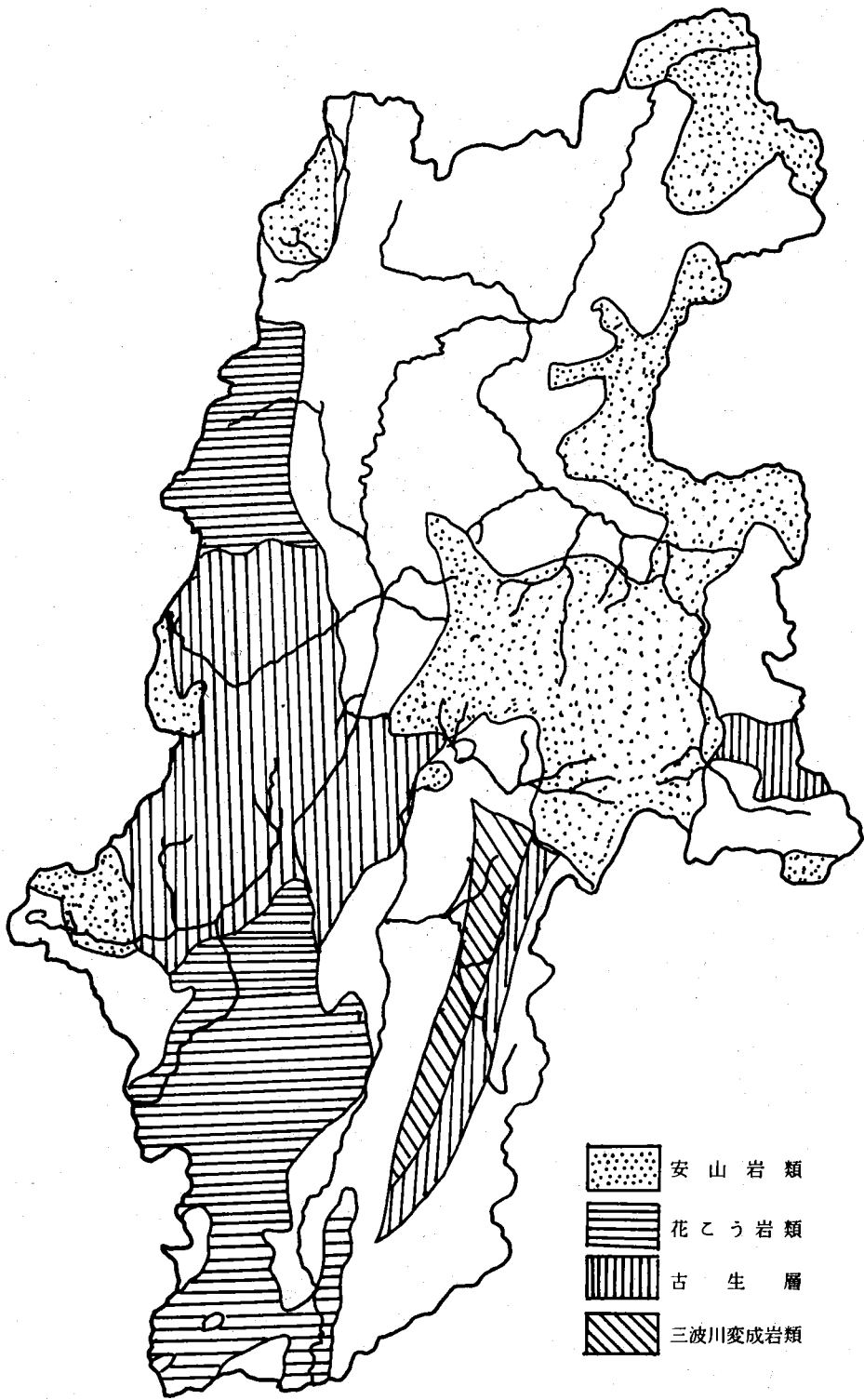


図5. 長野県の地質分布図<sup>2)</sup>

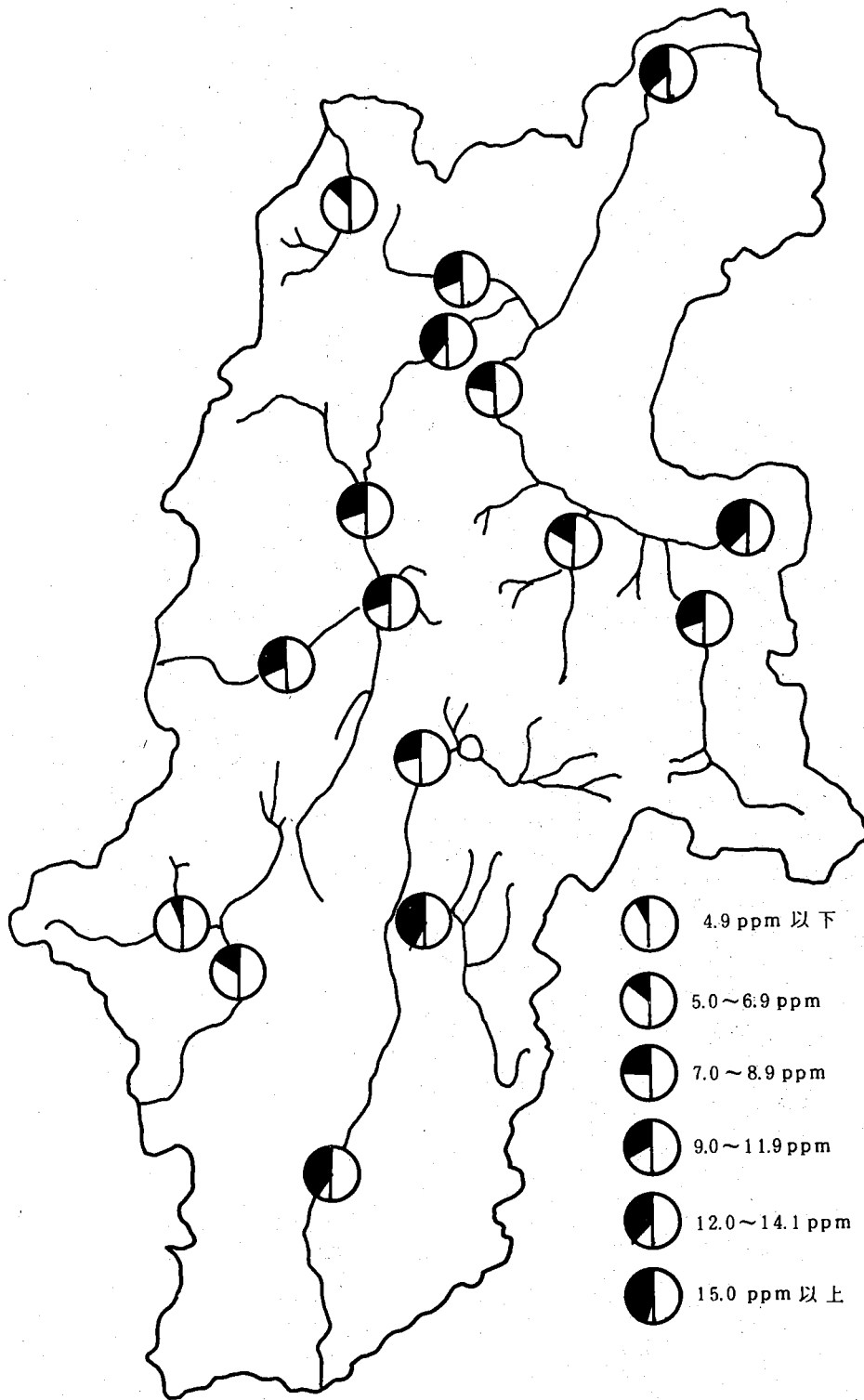


図6. 河川水のカルシウム濃度<sup>1)</sup> (昭和25年)



は今回の私達の調査結果と類似している。したがって、河川水の水質は40年程度の間に変化はしないものと思われる。

#### IV 水質と疾病との関係

Morris<sup>3)</sup>らはイングランドとウェルズ地方において、水道水の硬度と疾病との関連を検討し、硬度と心臓病、肺病および気管支炎による死亡率との間に負の相関を認め

表 2. 岩石中の元素含有率 (%)<sup>\*</sup>

	花こう岩	安山岩
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.57	3.33
FeO	1.78	3.13
MnO	0.12	0.18
MgO	0.88	2.75
CaO	1.99	5.80

<sup>\*</sup> Daly, 1933.

たと報告している。硬度と心臓病の間に認められたこの相関関係に関しては、マグネシウム濃度よりもカルシウム濃度と高い相関関係が得られたという。長野県下の各水道水間のカルシウムとマグネシウム濃度の差は、大きくて15ppm程度である。ヒトが1日2 lの水を摂取したとしても、水からのカルシウムの摂取量の差は30mgにすぎない。成人男子の1日のカルシウムとマグネシウムの必要量はそれぞれ600<sup>4)</sup>と350<sup>5)</sup>とされている。したがって水から摂取されるこれらの量は1日の必要量の5~10%にすぎない。この程度の摂取量の差が直接疾病の発生に影響を与えるか否か疑問であるが、今回の調査で得られた水道水中のカルシウム、マグネシウム濃度と疾病との因果関係を検討してみた。長野県衛生年報<sup>6)</sup>に

記載されている病因別の死亡率(訂正死亡率)と水道水中のカルシウム、マグネシウムの相関をみると、マグネシウムと高血圧性疾患( $r = -0.49$ )、カルシウムおよびマグネシウム濃度と慢性肝疾患、肝硬変( $r = -0.54$ ,  $r = -0.67$ )との間にそれぞれ有意( $P < 0.05$ )の相関関係が得られた。カルシウムやマグネシウムがこれらの疾病にどのような影響を与えるか今のところ判然としていない。たまたま水道水のカルシウムやマグネシウム濃度が低い地方にこのような疾患が多かったということにすぎないかもしれない。しかし水はヒトの生命維持に欠くことのできないものである。1日の摂取量のわずかな違いが、生涯を通じては大きな違いともなり得るであろう。今後、各疾病と水質との関連性を注意深く追究していく必要があると思われる。

本研究は昭和58年衛生学実習において、蓮尾公篤、長谷川陽子、林雅之、早藤昌樹、平能千晴、平林郁美、深海敦、藤城健、本田真一、本多秀治の各氏により行なわれたものである。昭和58年6月、1回の採水のみデータであることを付記する。本調査の検討にあたり、貴重な長野県下の水道水の水源の資料をお送り下さいました長野県庁水道課に感謝申し上げます。

#### 参 考 文 献

1. 小林 純, 水の健康診断 岩波書店 1971
2. 田中邦雄他, 長野県地学図鑑, 信濃毎日新聞社 1980
3. J.N.Morris et al. Lancet 1. 860. 1961
4. 国民衛生の動向 厚生統計協会 1980
5. Recommended Dietary Allowance, 8th rev ed. Food and Nutrition Board, National Research Council-National Academy of Science, 1974.
6. 長野県衛生年報 1980.