

秋田県内の飲料水の水質について

松尾 無子 池田 清一*

秋田県における良質な飲料原水の確保に資する目的で、県内全域の飲料原水の成分項目値について検討、考察を行った。前報¹⁾と同様、飲料成分項目値と水の形態および環境の両因子から、コンピュータで集計・分類・解析することにより、水質の地域特性を明らかにした。その結果、検討した項目は、二つの項目群（酸化的雰囲気因子に依存する項目群と還元的雰囲気因子に依存する項目群）に分類することができた。この二つの項目群の変化の傾向は、その地域における水質特性を意味づけ、これより県内各地域の水質特性を容易に示すことができた。また、県全域のマンガン濃度分布図を作成した。

キーワード：水質特性 地域特性 形態因子 環境因子 マンガン濃度分布図

I はじめに

近年、生活の近代化や産業の高度技術化に伴い、飲料原水にも多種多様な化学物質が含まれるようになり、種々の新しい汚染問題が惹き起こされている。この様な状況に対応して、各省庁で水質基準の見直し等が平成5年以降相次いで施行されつつある。したがって、著者らは、県内の良質な飲料水資源の確保に資することを目的とし、秋田県全域にわたる飲料原水の成分分析値に形態および環境因子を考慮した解析を行って、県内飲料原水全体の水質特性について総合的に検討した。また、前報¹⁾で検討した横手盆地地域における高濃度マンガン現象を県全体に拡大し、県全域のマンガン濃度分布図も作成した。

II 方法

1. 調査地域

調査地域は秋田県全市町村、69地域（9市、50町、10村）を対象とした。

2. 調査方法

(1) 解析に用いた分析値は、昭和47～57年度の間に当所で分析した飲料原水の値である。成分分析項目としては、マンガン、鉄、銅、亜鉛、鉛、硬度、蒸発残留物、塩化物イオン、色度、濁度、過マンガン酸カリウム消費量およびpHを選んだ。カドミウム、水銀、クロム(IV)、フッ素イオンおよびシアン化物濃度等は極めて低かったので調査項目から除外した。分析は上水試験法に準じた。(2) 取水地の地形、表層地質および土壌は、国土庁土地分類基本調査（秋田県 5万分の1）の各地図を使用し

た。地図は、大館³⁾、鷹巣⁴⁾、米内沢⁵⁾、能代⁶⁾、森岳・羽後浜田⁷⁾、森吉山⁸⁾、秋田⁹⁾、五城目¹⁰⁾、男鹿・船川¹¹⁾、羽後・和田¹²⁾、本荘¹³⁾、矢島¹⁴⁾、角館・鶯宿¹⁵⁾、田沢湖¹⁶⁾、刈和野¹⁷⁾、六郷¹⁸⁾、大曲¹⁹⁾、横手²⁰⁾、浅舞²¹⁾、稲庭・焼石岳²²⁾、湯沢²³⁾の各地形図、表層地質図および土壌図を用いた。取水地の位置は県環境衛生課作成の秋田県水道地図により確認した。

(3) 解析機器は、富士通FACOM M730形コンピュータおよび富士通グラフィック6A（図形端末処理装置）である。統計処理は、FACOM OS/ESP DS S/ANALYST統計パッケージを使用し、MANAGERの標準メッシュ法・第三次地域区画を用いた。各メッシュ（地域コード）には取水地の飲料水成分値のほか、原水の形態（表流水、伏流水、湧水、浅井戸および深井戸）および環境因子（地形、表層地質および土壌）の種類をそれぞれ地図から読み取り入力した。

3. 調査内容

(1) 原水の形態と飲料水成分項目

原水を表流水、伏流水、湧水、浅井戸および深井戸に分類し、飲料水成分項目との関連を調べた。

(2) 環境因子と飲料水成分項目

環境因子として地形、表層地質および土壌を選び、これらの因子と飲料水成分項目との関係を検討した。

(3) 秋田県全域のマンガン濃度分布図作成

秋田県内の飲料原水のマンガン濃度の検出状況を把握するため、マンガン濃度分布図を作成した。

* 現 大館保健所

表1A 鹿角・大館地域の原水の形態と飲料水成分項目

(単位 mg / ℓ)

| | M n | F e | C u | Z n | P b | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|-----------|------------|-----------------------|-----------|-----|
| 表流水 | 0.07±0.15 | 0.38±0.79 | 0.09±0.26 | 0.18±0.47 | 0.01±0.01 | 44.7±38.2 | 143.2 ± 248.4 | 13.0±5.8 | 5.0 ± 5.7 | 5.0 ± 12.7 | 4.4 ± 2.4 | 6.6 ± 0.5 | 70 |
| 伏流水 | 0.01±0.00 | 0.09±0.16 | 0.01±0.00 | 0.09±0.15 | 0.01±0.00 | 58.7±35.8 | 116.7 ± 51.8 | 21.0±8.9 | 2.2 ± 2.2 | 1.5 ± 1.6 | 2.8 ± 1.6 | 6.5 ± 0.4 | 51 |
| 湧 水 | 0.01±0.02 | 0.04±0.06 | 0.01±0.03 | 0.08±0.30 | 0.01±0.01 | 30.7±24.5 | 94.3 ± 62.8 | 12.7±5.5 | 1.8 ± 2.3 | 1.3 ± 1.3 | 2.9 ± 1.7 | 6.7 ± 0.4 | 173 |
| 浅井戸 | 0.03±0.05 | 0.09±0.23 | 0.01±0.02 | 0.04±0.05 | 0.01±0.00 | 71.0±35.2 | 205.0 ± 82.5 | 23.7±10.8 | 1.3 ± 1.1 | 1.3 ± 1.1 | 2.0 ± 1.2 | 5.2 ± 0.3 | 13 |

表2A 鷹巣・阿仁地域の原水の形態と飲料水成分項目

(単位 mg / ℓ)

| | M n | F e | C u | Z n | P b | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n |
|-----|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|--------------|------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----|
| 表流水 | 0.01±0.00 | 0.03±0.02 | 0.01±0.01 | 0.01±0.00 | 0.01±0.00 | 18.5 ± 7.7 | 63.3 ± 10.2 | 13.2 ± 3.1 | 5.6 ± 3.6 | 2.0 ± 1.5 | 3.8 ± 1.1 | 6.5 ± 0.4 | 7 |
| 伏流水 | 0.05±0.12 | 0.14±0.17 | 0.02±0.02 | 0.13±0.34 | 0.01±0.01 | 48.4±22.1 | 101.0 ± 33.0 | 19.0 ± 4.7 | 2.7 ± 2.9 | 1.4 ± 1.2 | 3.6 ± 2.3 | 6.4 ± 0.3 | 27 |
| 湧 水 | 0.05±0.25 | 0.12 ± 0.3 | 0.04±0.24 | 0.06±0.16 | 0.01±0.01 | 39.3±34.2 | 115.0 ± 71.9 | 20.4±19.9 | 1.7 ± 1.9 | 1.5 ± 3.5 | 2.4 ± 2.2 | 6.4 ± 0.5 | 135 |
| 浅井戸 | 0.11±0.56 | 0.08±0.27 | 0.02±0.07 | 0.06±0.03 | 0.01±0.00 | 57.5±25.4 | 154.9 ± 65.7 | 26.8 ± 8.4 | 1.9 ± 3.7 | 1.5 ± 2.3 | 2.3 ± 2.5 | 5.1 ± 0.3 | 100 |

表3A 能代・山本地域の原水の形態と飲料水成分項目

(単位 mg / ℓ)

| | M n | F e | C u | Z n | P b | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|------------|-----------|------------|-----------------------|-----------|-----|
| 表流水 | 0.05±0.08 | 0.49±1.67 | 0.02±0.05 | 0.04±0.03 | 0.01±0.01 | 46.5±22.7 | 122.2 ± 57.7 | 19.6 ± 6.3 | 5.1 ± 5.0 | 5.0 ± 9.9 | 4.8 ± 7.3 | 6.8 ± 0.3 | 116 |
| 伏流水 | 0.01±0.01 | 0.06±0.07 | 0.01±0.00 | 0.02±0.01 | 0.01±0.00 | 48.7±36.1 | 125.3 ± 50.2 | 23.7 ± 8.1 | 3.6 ± 3.3 | 1.3 ± 0.5 | 4.6 ± 3.5 | 6.4 ± 0.5 | 13 |
| 湧 水 | 0.02±0.19 | 0.05±0.08 | 0.01±0.03 | 0.03±0.03 | 0.01±0.01 | 37.0±24.1 | 117.7 ± 34.8 | 21.3 ± 6.4 | 2.1 ± 4.4 | 1.4 ± 2.0 | 2.7 ± 2.2 | 6.4 ± 0.4 | 185 |
| 浅井戸 | 0.13±0.25 | 0.30±1.28 | 0.02±0.09 | 0.14±0.39 | 0.01±0.00 | 75.6±30.1 | 228.2 ± 104.4 | 41.5±22.1 | 3.4 ± 3.2 | 3.0 ± 10.5 | 3.3 ± 4.5 | 6.4 ± 0.4 | 116 |
| 深井戸 | 0.10±0.58 | 0.08±0.21 | 0.02±0.03 | 0.04±0.12 | 0.01±0.01 | 65.7±26.5 | 183.7 ± 54.4 | 28.8±12.8 | 1.9 ± 3.5 | 1.5 ± 3.8 | 2.8 ± 2.3 | 6.3 ± 0.4 | 195 |

表4A 秋田・男鹿地域の原水の形態と飲料水成分項目

(単位 mg / ℓ)

| | M n | F e | C u | Z n | P b | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----|
| 表流水 | 0.03±0.05 | 0.14±0.18 | 0.01±0.01 | 0.03±0.04 | 0.01±0.00 | 40.8±23.4 | 113.3 ± 40.6 | 25.3±10.4 | 4.1 ± 5.0 | 1.9 ± 2.3 | 4.1 ± 2.2 | 6.9 ± 0.5 | 49 |
| 伏流水 | 0.01±0.02 | 0.04±0.04 | 0.01±0.01 | 0.05±0.11 | 0.01±0.00 | 48.5±21.7 | 115.0 ± 30.6 | 25.7 ± 9.9 | 3.0 ± 3.3 | 1.2 ± 0.8 | 3.6 ± 2.8 | 6.7 ± 0.5 | 33 |
| 湧 水 | 0.01±0.01 | 0.04±0.06 | 0.01±0.01 | 0.03±0.07 | 0.01±0.01 | 40.0±25.7 | 121.7 ± 53.1 | 22.6 ± 8.5 | 2.9 ± 3.9 | 1.1 ± 0.7 | 2.8 ± 2.3 | 6.7 ± 0.5 | 102 |
| 浅井戸 | 0.12±0.28 | 0.06±0.09 | 0.01±0.01 | 0.04±0.08 | 0.01±0.01 | 57.8±27.7 | 161.6 ± 86.7 | 25.9±12.5 | 3.1 ± 5.3 | 1.2 ± 0.7 | 3.0 ± 2.3 | 6.3 ± 0.5 | 132 |
| 深井戸 | 0.02±0.02 | 0.15±0.16 | 0.01±0.00 | 0.07±0.13 | 0.01±0.00 | 61.9±22.7 | 240.9 ± 101.4 | 33.9±14.8 | 2.1 ± 2.0 | 1.7 ± 1.5 | 2.4 ± 1.1 | 6.4 ± 0.7 | 7 |

表5A 本荘・由利地域の原水の形態と飲料水成分項目

(単位 mg / ℓ)

| | M n | F e | C u | Z n | P b | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----|
| 表流水 | 0.01±0.00 | 0.12±0.12 | 0.01±0.00 | 0.01±0.02 | 0.01±0.00 | 34.8±16.7 | 93.7 ± 41.9 | 17.3±6.8 | 2.4 ± 2.2 | 1.1 ± 0.3 | 3.5 ± 1.4 | 6.7 ± 0.4 | 20 |
| 伏流水 | 0.02±0.05 | 0.12±0.12 | 0.01±0.01 | 0.02±0.03 | 0.01±0.01 | 39.6±21.4 | 140.8 ± 44.4 | 21.9 ± 7.3 | 2.5 ± 2.4 | 2.5 ± 2.9 | 4.3 ± 1.9 | 6.5 ± 0.4 | 24 |
| 湧 水 | 0.01±0.01 | 0.07±0.10 | 0.01±0.00 | 0.03±0.08 | 0.01±0.00 | 39.9±21.3 | 132.1 ± 75.4 | 25.6±23.9 | 1.5 ± 1.7 | 1.2 ± 0.7 | 2.9 ± 1.4 | 6.5 ± 0.5 | 189 |
| 浅井戸 | 0.02±0.02 | 0.11±0.09 | 0.01±0.00 | 0.04±0.04 | 0.01±0.00 | 65.3±52.2 | 234.0 ± 114.2 | 53.2±37.0 | 1.0 ± 0.0 | 1.0 ± 0.0 | 3.3 ± 1.9 | 5.8 ± 0.5 | 5 |

表6A 神岡・西仙北地域の原水の形態と飲料水成分項目

(単位 mg / ℓ)

| | M n | F e | C u | Z n | P b | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|--------------|------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----|
| 表流水 | 0.01±0.00 | 0.10±0.12 | 0.01±0.00 | 0.02±0.02 | 0.01±0.00 | 16.1 ± 7.4 | 79.3 ± 32.5 | 17.4 ± 2.3 | 6.9 ± 6.9 | 1.9 ± 1.6 | 7.0 ± 5.3 | 6.5 ± 0.3 | 13 |
| 伏流水 | 0.05±0.14 | 0.10±0.10 | 0.01±0.00 | 0.04±0.13 | 0.01±0.00 | 25.5±11.9 | 110.6 ± 59.3 | 25.1±19.3 | 5.0 ± 7.1 | 1.9 ± 2.4 | 3.9 ± 2.5 | 6.2 ± 0.5 | 33 |
| 湧 水 | 0.02±0.07 | 0.07±0.17 | 0.01±0.01 | 0.03±0.06 | 0.01±0.01 | 20.0±12.5 | 76.1 ± 37.7 | 16.1 ± 7.5 | 2.3 ± 3.9 | 1.5 ± 2.0 | 3.1 ± 2.5 | 6.5 ± 0.5 | 140 |
| 浅井戸 | 0.08±0.33 | 0.15±0.43 | 0.01±0.01 | 0.05±0.17 | 0.01±0.00 | 40.4±15.8 | 125.6 ± 57.7 | 24.8±11.2 | 2.5 ± 4.9 | 2.3 ± 5.1 | 3.2 ± 4.2 | 5.1 ± 0.3 | 91 |

表7A 横手盆地および周辺地域の原水の形態と飲料水成分項目

(単位 mg / ℓ)

| | M n | F e | C u | Z n | P b | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|---------------|------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----|
| 表流水 | 0.02±0.03 | 0.13±0.20 | 0.01±0.01 | 0.03±0.06 | 0.01±0.00 | 23.4 ± 14.3 | 52.1 ± 30.4 | 14.3 ± 3.6 | 4.5 ± 5.1 | 2.4 ± 3.3 | 4.3 ± 2.5 | 6.8 ± 0.4 | 84 |
| 伏流水 | 0.03±0.06 | 0.12±0.13 | 0.01±0.01 | 0.04±0.04 | 0.01±0.01 | 31.4±18.7 | 91.9 ± 34.0 | 16.9 ± 6.5 | 3.3 ± 4.3 | 1.3 ± 1.0 | 2.6 ± 2.2 | 6.3 ± 0.4 | 27 |
| 湧 水 | 0.01±0.02 | 0.05±0.08 | 0.01±0.01 | 0.03±0.08 | 0.01±0.01 | 27.4±17.0 | 77.0 ± 34.4 | 13.0 ± 7.6 | 2.2 ± 4.3 | 1.3 ± 1.2 | 2.1 ± 1.9 | 6.9 ± 0.5 | 221 |
| 浅井戸 | 0.37±0.86 | 0.14±0.53 | 0.01±0.03 | 0.04±0.09 | 0.01±0.00 | 55.2±18.3 | 140.6 ± 43.2 | 23.2 ± 7.9 | 2.7 ± 6.3 | 1.6 ± 3.3 | 2.5 ± 1.6 | 6.2 ± 0.4 | 763 |
| 深井戸 | 0.17±0.41 | 0.19±0.41 | 0.01±0.02 | 0.05±0.13 | 0.01±0.01 | 53.5±38.2 | 169.4 ± 155.5 | 25.4±36.3 | 2.4 ± 9.9 | 2.7 ± 1.9 | 4.2 ± 10.5 | 6.6 ± 0.6 | 430 |

III 結果

秋田県7地域について飲料水成分分析値と飲料原水形態別(表流水, 伏流水, 湧水, 浅井戸, 深井戸)および環境因子別(地形, 表層地質, 土壌)との関係をそれぞれ表1~7(A表)および表1~7(B表)に示した。

地域分類は肥田²⁾の行った分類に準拠した。すなわち, 秋田県を東北・鹿角, 大館地域, 東北・鷹巣, 阿仁地域(内陸部), 東北・能代地域(沿岸部), 県中央部・秋田男鹿地域, 県中央部・本荘, 由利地域, 県南・横手盆地地域(内陸部)と周辺地域および神岡, 西仙北地域の7つに区分して検討した。

1. 原水の形態と飲料水成分項目(A表)

7地域の飲料水成分項目分析値をそれぞれ形態別に示したのが表1~7(A表)である。

(1) 色度, 濁度, 過マンガン酸カリウム消費量

色度, 濁度および過マンガン酸カリウム消費量は7地域のいづれにおいても表流水中で最も高い値を示し, 一般的に, 表流水>伏流水, 湧水>浅井戸, 深井戸の傾向すなわち, 地表水の酸化状態から地下水の還元状態を示した(以下, これを傾向Aとする)。この傾向Aは, 特に鹿角・大館地域(表1A)で最も特徴的であった。

(2) 硬度, 蒸発残留物, 塩化物イオン

硬度, 蒸発残留物および塩化物イオンの値は, 各地域の浅井戸に最も高く検出され, 湧水で低い傾向を示し, 一般的に傾向Aとは対照的に浅井戸, 深井戸>湧水, 伏流水>表流水の傾向を示した(以下, この傾向を, 傾向Bとする)。

(3) 金属濃度

金属濃度は全体的に絶対値が低く, 特に鉛はその濃度のほとんどが検出限界以下であったので検討の対象から外した。銅も鹿角・大館地域の表流水以外はどの形態でも極微量であった。マンガン濃度は, 前報¹⁾で横手盆地の浅・深井戸に高濃度で検出されたが, 鷹巣・阿仁, 能代・山本, 秋田・男鹿地域でも同様の傾向がみられた。

一方, 高地の鹿角・大館地域ではその傾向は認められず表流水で検出された。鉄は能代・山本地域の表流水や浅井戸で高く, 鷹巣・阿仁地域では, 伏流水や湧水に, また鹿角・大館地域では表流水に認められた。亜鉛は, 鹿角・大館地域では表流水, 鷹巣・阿仁地域では伏流水にそれぞれ最大値を示した。

以上のことから, 形態別にみた金属濃度は複雑ではあるが, 大館地域および横手盆地地域においては, それぞれ典型的な傾向Aおよび傾向Bを示し, 他の地域においては, 両者の中間的傾向を示した。

(4) pH

pHの値を支配する因子としては, 地質や土壌成分の

影響や空気や土壌中の二酸化炭素の溶解等, 地域環境に負うところが大きく複雑であるが, 全体的には, 比較的大気に触れやすく酸化的雰囲気にある表流水等のpHは高く, 浅井戸のpHは低い値を示した。この傾向は, 他の報告書²⁴⁾でもみられた。

2. 環境因子と飲料水成分項目(B表)

前述7地域における飲料水成分項目の分析値をそれぞれ環境別(地形, 表層地質および土壌)に示したのが表1~7(B表)である。

(1) 環境因子の分類

地形は地形分類図³⁾~²³⁾による凡例区分に従い, 山地・丘陵地, 台地・段丘地(砂礫段丘II~V), 低地(谷底平野, 扇状地, 砂堆地, 干拓地)の3つに大区分した。表層地質も同様に, 凡例区分により, 火山性岩石および深成岩, 固結堆積物(泥岩および砂岩・凝灰岩, 互層など), 半固結堆積物(礫岩・砂岩, 泥岩など), 未固結堆積物(段丘堆積物, 沖積低地堆積物, 扇状地堆積物, 十和田火山噴出物など)の4つに大区分した。また, 土壌も同様に凡例の大区分に従い, 褐色森林土壌, 黒ボク土壌, 黄色土壌, 低地土壌, グライ土壌, 黒泥土壌の6つに大分類した。

(2) 環境因子と飲料水項目

表1Bは鹿角・大館地域に対するものである。色度, 濁度, 過マンガン酸カリウム消費量および金属濃度(マンガン, 鉄, 銅, 亜鉛)の成分項目値は, 地形では山地・丘陵地で高く, 表層地質では火山性岩石, 土壌では褐色森林土壌がいづれも最大であり,

山地・丘陵地>台地・段丘地>低地

火山性岩石>固結堆積物>未固結堆積物

褐色森林土壌>黒ボク土壌>黄色土壌>低地土壌>グライ土壌の傾向(排水の良好な酸化的環境から排水の悪い還元的環境)を示した(以下, この傾向を, 傾向Aとする)。

一方, 硬度, 蒸発残留物, 塩化物イオンの項目値は地形では低地に, 表層地質では未固結堆積物で最大値を示した。土壌では, 各3項目に対して最大値がそれぞれ黄色土壌, 黒ボク土壌および低地土壌に分かれ, 項目値は低地>台地・段丘地>山地・丘陵地未固結堆積物>固結堆積物>火山性岩石低地, 黒ボク, 黄色土壌>褐色森林土壌の傾向(排水の悪い還元的環境から排水の良い酸化的環境)を示した(以下, この傾向を, 傾向Bとする)。

次に, 横手盆地および周辺地域(表7B)では, 色度, 濁度, 過マンガン酸カリウム消費量および金属濃度(マンガン, 鉄, 銅, 亜鉛)の成分項目値は, 地形では低地や台地・段丘地, 表層地質では未固結堆積物, 土壌では, グライ土壌で最大であり, 鹿角・大館地域とは逆に, 傾

表1B 鹿角・大館地域における環境因子と飲料水成分項目

(単位 mg / l)

| | Mn | Fe | Cu | Zn | Pb | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n | |
|------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|----------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|----|
| 地形 | 山地・丘陵地 | 0.03±0.05 | 0.18±0.32 | 0.05±0.12 | 0.20±0.36 | 0.01±0.00 | 45.7±33.2 | 109.9 ± 71.9 | 15.6±4.3 | 2.8 ± 3.1 | 3.9 ±12.2 | 3.3 ± 1.9 | 6.3 ± 0.6 | 32 |
| | 台地・段丘地 | 0.01±0.01 | 0.06±0.04 | 0.01±0.01 | 0.20±0.30 | 0.01±0.00 | 30.5±17.1 | 92.1 ± 67.1 | 16.1±8.9 | 1.5 ± 1.4 | 1.0 ± 0.0 | 3.5 ± 2.6 | 6.4 ± 0.3 | 8 |
| | 低 地 | 0.01±0.00 | 0.04±0.06 | 0.01±0.01 | 0.04±0.05 | 0.01±0.00 | 54.1±42.9 | 129.3 ± 68.6 | 18.1±5.7 | 1.8 ± 1.6 | 1.3 ± 1.6 | 2.3 ± 1.5 | 6.4 ± 0.3 | 34 |
| 表層地質 | 火山性岩石 | 0.03±0.05 | 0.17±0.30 | 0.06±0.13 | 0.23±0.39 | 0.01±0.00 | 47.9±35.3 | 114.7 ± 78.2 | 16.0±4.6 | 2.7 ± 3.1 | 4.2 ±13.5 | 3.4 ± 2.1 | 6.1 ± 0.7 | 26 |
| | 固結堆積物 | 0.01±0.00 | 0.13±0.34 | 0.01±0.00 | 0.04±0.05 | 0.01±0.00 | 27.6±19.3 | 77.0 ± 28.2 | 12.6±2.7 | 2.4 ± 3.0 | 1.9 ± 1.7 | 2.4 ± 1.5 | 6.7 ± 0.2 | 10 |
| | 未固結堆積物 | 0.01±0.00 | 0.05±0.06 | 0.01±0.01 | 0.08±0.16 | 0.01±0.00 | 53.2±40.7 | 128.9 ± 69.1 | 18.5±6.2 | 1.8 ± 1.6 | 1.3 ± 1.5 | 2.6 ± 1.8 | 6.4 ± 0.3 | 38 |
| 土 | 褐色森林土壌 | 0.04±0.06 | 0.26±0.40 | 0.08±0.15 | 0.10±0.11 | 0.01±0.00 | 29.3±18.0 | 94.2 ± 38.1 | 14.4±2.4 | 3.4 ± 3.4 | 5.6 ±15.7 | 3.7 ± 1.9 | 6.3 ± 0.6 | 19 |
| | 黒ボク土壌 | 0.01±0.00 | 0.05±0.07 | 0.01±0.01 | 0.32±0.56 | 0.01±0.00 | 50.1±41.3 | 150.5 ±104.1 | 14.8±5.7 | 1.3 ± 1.2 | 1.0 ± 0.0 | 2.9 ± 1.5 | 6.4 ± 0.4 | 12 |
| | 黄色土壌 | 0.01±0.00 | 0.06±0.04 | 0.01±0.00 | 0.13±0.26 | 0.01±0.00 | 64.8±67.0 | 126.4 ± 89.1 | 16.6±5.3 | 2.2 ± 1.9 | 1.0 ± 0.0 | 2.4 ± 2.1 | 6.4 ± 0.2 | 13 |
| 埋 | 低地土壌 | 0.01±0.00 | 0.02±0.01 | 0.01±0.00 | 0.01±0.01 | 0.01±0.00 | 58.0±15.1 | 123.0 ± 14.4 | 28.3±7.0 | 1.0 ± 0.0 | 1.0 ± 0.0 | 2.6 ± 1.8 | 6.2 ± 0.2 | 4 |
| | グライ土壌 | 0.01±0.00 | 0.12±0.15 | 0.01±0.01 | 0.11±0.07 | 0.01±0.00 | 43.8±12.7 | 105.3 ± 31.7 | 18.4±3.0 | 2.0 ± 1.4 | 1.3 ± 0.5 | 4.0 ± 2.8 | 6.3 ± 0.2 | 4 |

表2B 鷹巣・阿仁地域における環境因子と飲料水成分項目

(単位 mg / l)

| | Mn | Fe | Cu | Zn | Pb | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n | |
|------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|----|
| 地形 | 山地・丘陵地 | 0.01±0.00 | 0.03±0.03 | 0.01±0.04 | 0.05±0.15 | 0.01±0.01 | 33.7±27.7 | 102.9 ± 41.9 | 19.6±7.3 | 2.1 ± 2.5 | 1.0 ± 0.2 | 2.9 ± 1.5 | 6.4 ± 0.4 | 35 |
| | 台地・段丘地 | 0.04±0.12 | 0.09±0.16 | 0.02±0.02 | 0.05±0.08 | 0.01±0.01 | 45.9±26.2 | 102.4 ± 38.3 | 21.7±5.9 | 2.1 ± 2.9 | 1.2 ± 0.9 | 2.0 ± 0.8 | 6.1 ± 0.3 | 20 |
| | 低 地 | 0.13±0.70 | 0.07±0.20 | 0.02±0.07 | 0.07±0.23 | 0.01±0.01 | 51.4±27.5 | 143.8 ± 68.1 | 24.8±12.5 | 2.1 ± 4.0 | 1.4 ± 1.7 | 2.5 ± 2.8 | 6.3 ± 0.4 | 92 |
| 表層地質 | 火山性岩石 | 0.01±0.00 | 0.02±0.01 | 0.01±0.00 | 0.01±0.00 | 0.01±0.00 | 55.4±62.9 | 108.0 ± 75.0 | 16.1±4.2 | 1.0 ± 0.0 | 1.0 ± 0.0 | 2.6 ± 0.9 | 6.8 ± 0.5 | 4 |
| | 固結堆積物 | 0.01±0.00 | 0.02±0.02 | 0.04±0.09 | 0.19±0.30 | 0.02±0.03 | 21.4±6.7 | 112.1 ± 46.3 | 23.9±15.0 | 1.0 ± 0.0 | 1.0 ± 0.0 | 2.5 ± 1.8 | 6.6 ± 0.2 | 7 |
| | 半固結堆積物 | 0.01±0.00 | 0.04±0.03 | 0.01±0.01 | 0.03±0.05 | 0.01±0.01 | 31.2±21.8 | 97.1 ± 34.8 | 18.4±3.3 | 2.6 ± 2.8 | 1.0 ± 0.2 | 3.0 ± 1.5 | 6.3 ± 0.4 | 27 |
| 土 | 褐色森林土壌 | 0.04±0.16 | 0.05±0.08 | 0.02±0.05 | 0.07±0.16 | 0.01±0.01 | 36.2±28.3 | 124.0 ± 74.1 | 24.0±18.9 | 1.7 ± 1.9 | 1.1 ± 0.4 | 2.8 ± 1.5 | 6.5 ± 0.5 | 31 |
| | 黒ボク土壌 | 0.01±0.00 | 0.03±0.02 | 0.01±0.01 | 0.02±0.03 | 0.01±0.00 | 24.3±19.1 | 80.8 ± 19.8 | 18.3±3.7 | 1.9 ± 2.2 | 1.0 ± 0.0 | 2.5 ± 1.8 | 6.4 ± 0.3 | 30 |
| | 黄色土壌 | 0.01±0.00 | 0.03±0.04 | 0.01±0.00 | 0.03±0.03 | 0.01±0.00 | 33.9±13.3 | 95.4 ± 21.6 | 20.9±7.6 | 1.0 ± 0.0 | 1.0 ± 0.0 | 2.1 ± 0.9 | 6.6 ± 0.3 | 5 |
| 埋 | 低地土壌 | 0.16±0.85 | 0.11±0.30 | 0.03±0.09 | 0.09±0.30 | 0.01±0.01 | 58.1±23.4 | 143.1 ± 55.5 | 24.4±8.7 | 2.9 ± 4.9 | 1.7 ± 2.1 | 2.5 ± 3.1 | 6.2 ± 0.3 | 63 |
| | グライ土壌 | 0.01±0.00 | 0.02±0.01 | 0.01±0.01 | 0.04±0.05 | 0.01±0.00 | 64.4±23.4 | 184.6 ± 78.7 | 26.0±5.9 | 1.0 ± 0.0 | 1.0 ± 0.0 | 1.8 ± 0.9 | 5.1 ± 0.2 | 11 |

表3B 能代・山本地域における環境因子と飲料水成分項目

(単位 mg / l)

| | Mn | Fe | Cu | Zn | Pb | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n | |
|------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----|
| 地形 | 山地・丘陵地 | 0.02±0.04 | 0.06±0.12 | 0.01±0.02 | 0.01±0.01 | 0.01±0.00 | 30.2±28.9 | 113.3 ± 47.7 | 21.8±11.3 | 3.1 ± 3.8 | 1.2 ± 0.5 | 2.9 ± 1.7 | 6.6 ± 0.4 | 22 |
| | 台地・段丘地 | 0.15±0.87 | 0.06±0.18 | 0.01±0.01 | 0.03±0.05 | 0.01±0.01 | 57.9±24.9 | 173.6 ± 61.5 | 28.4±14.5 | 1.6 ± 2.7 | 1.3 ± 2.1 | 2.5 ± 2.0 | 6.3 ± 0.3 | 87 |
| | 低 地 | 0.05±0.22 | 0.09±0.30 | 0.02±0.05 | 0.06±0.19 | 0.01±0.01 | 59.6±30.5 | 163.3 ± 63.4 | 28.8±16.7 | 2.2 ± 6.1 | 2.4 ± 8.9 | 2.7 ± 3.4 | 6.4 ± 0.4 | 138 |
| 表層地質 | 固結堆積物 | 0.02±0.04 | 0.07±0.14 | 0.01±0.02 | 0.02±0.02 | 0.01±0.00 | 32.5±27.4 | 123.9 ± 46.5 | 22.2±9.0 | 3.2 ± 4.2 | 1.6 ± 1.6 | 2.8 ± 1.7 | 6.4 ± 0.4 | 45 |
| | 半固結堆積物 | 0.01±0.03 | 0.04±0.05 | 0.02±0.02 | 0.02±0.01 | 0.01±0.00 | 51.8±20.5 | 160.9 ± 68.8 | 33.4±18.8 | 1.6 ± 1.6 | 1.0 ± 0.0 | 2.6 ± 1.5 | 6.3 ± 0.5 | 23 |
| | 未固結堆積物 | 0.10±0.57 | 0.09±0.29 | 0.02±0.04 | 0.05±0.18 | 0.01±0.01 | 62.3±28.6 | 170.4 ± 63.1 | 28.9±16.2 | 1.9 ± 5.6 | 2.2 ± 8.2 | 2.7 ± 3.3 | 6.4 ± 0.3 | 229 |
| 土 | 褐色森林土壌 | 0.02±0.05 | 0.05±0.11 | 0.01±0.02 | 0.01±0.01 | 0.01±0.00 | 35.9±29.6 | 121.2 ± 47.9 | 22.0±10.1 | 2.6 ± 3.4 | 1.2 ± 0.5 | 2.7 ± 1.6 | 6.6 ± 0.4 | 29 |
| | 黒ボク土壌 | 0.03±0.05 | 0.05±0.05 | 0.02±0.02 | 0.01±0.01 | 0.01±0.00 | 56.0±28.6 | 175.3 ± 79.6 | 35.2±20.8 | 2.9 ± 4.8 | 1.2 ± 0.7 | 3.3 ± 1.8 | 6.1 ± 0.4 | 17 |
| | 黄色土壌 | 0.16±0.31 | 0.04±0.04 | 0.01±0.01 | 0.02±0.02 | 0.01±0.01 | 51.4±19.1 | 149.5 ± 45.9 | 37.3±16.7 | 1.4 ± 0.9 | 1.0 ± 0.0 | 2.9 ± 1.7 | 6.3 ± 0.4 | 21 |
| 埋 | 低地土壌 | 0.04±0.30 | 0.05±0.09 | 0.02±0.05 | 0.05±0.13 | 0.01±0.01 | 47.7±26.1 | 136.6 ± 45.9 | 24.3±9.8 | 1.5 ± 2.8 | 1.6 ± 3.0 | 2.2 ± 1.6 | 6.3 ± 0.2 | 79 |
| | グライ土壌 | 0.02±0.03 | 0.05±0.09 | 0.01±0.01 | 0.03±0.08 | 0.01±0.01 | 49.9±32.3 | 150.0 ± 57.3 | 26.2±18.6 | 1.8 ± 2.0 | 1.3 ± 1.4 | 2.5 ± 1.5 | 6.4 ± 0.3 | 53 |

表4B 秋田・男鹿地域における環境因子と飲料水成分項目

| | | (単位 mg / l) | | | | | | | | | | | | |
|------|--------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|---------|---------|-----------------------|---------|----|
| | | M n | F e | C u | Z n | P b | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n |
| 地形 | 山地・丘陵地 | 0.01±0.03 | 0.07±0.11 | 0.01±0.01 | 0.02±0.03 | 0.01±0.02 | 39.1±24.9 | 102.1±46.1 | 23.7±8.7 | 3.6±4.6 | 1.2±0.8 | 3.9±2.6 | 7.0±0.4 | 50 |
| | 台地・段丘地 | 0.10±0.29 | 0.06±0.08 | 0.01±0.01 | 0.03±0.04 | 0.01±0.00 | 53.7±26.5 | 150.3±64.7 | 22.4±9.8 | 2.5±3.8 | 1.3±1.0 | 2.5±1.4 | 6.4±0.5 | 92 |
| | 低地 | 0.02±0.05 | 0.11±0.16 | 0.01±0.01 | 0.01±0.01 | 0.01±0.01 | 38.5±31.8 | 118.7±51.7 | 34.5±9.0 | 5.4±6.6 | 1.6±1.3 | 5.0±2.1 | 7.1±0.2 | 20 |
| 表層地質 | 火山性岩石 | 0.01±0.00 | 0.04±0.04 | 0.01±0.01 | 0.03±0.03 | 0.01±0.02 | 39.6±18.9 | 92.9±38.2 | 18.9±3.3 | 2.4±1.9 | 1.0±0.2 | 3.3±2.7 | 7.0±0.5 | 33 |
| | 固結堆積物 | 0.10±0.29 | 0.06±0.08 | 0.01±0.01 | 0.03±0.04 | 0.01±0.00 | 53.7±26.5 | 150.3±64.7 | 22.4±9.8 | 2.5±3.8 | 1.3±1.0 | 2.5±1.4 | 6.4±0.5 | 92 |
| | 未固結堆積物 | 0.01±0.03 | 0.06±0.11 | 0.01±0.01 | 0.02±0.03 | 0.01±0.02 | 39.2±24.3 | 102.6±45.1 | 24.8±9.7 | 3.5±4.5 | 1.2±0.8 | 3.9±2.6 | 7.0±0.4 | 53 |
| 土壌 | 褐色森林土壌 | 0.01±0.00 | 0.04±0.03 | 0.01±0.00 | 0.05±0.06 | 0.01±0.00 | 35.8±9.7 | 116.3±36.6 | 21.1±5.7 | 1.0±0.0 | 3.0±3.5 | 1.5±0.2 | 6.1±0.1 | 3 |
| | 黒ボク土壌 | 0.35±0.55 | 0.09±0.09 | 0.01±0.01 | 0.02±0.02 | 0.01±0.01 | 48.9±10.0 | 126.1±30.6 | 18.6±6.0 | 2.1±2.6 | 1.5±1.2 | 2.5±1.2 | 6.3±0.5 | 20 |
| | 低地土壌 | 0.04±0.07 | 0.05±0.08 | 0.01±0.01 | 0.03±0.05 | 0.01±0.00 | 55.8±29.7 | 158.1±70.3 | 23.6±10.5 | 2.7±4.1 | 1.1±0.6 | 2.6±1.5 | 6.4±0.5 | 69 |
| | グライ土壌 | | | | | | | | | | | | | |

表5B 本荘・由利地域における環境因子と飲料水成分項目

| | | (単位 mg / l) | | | | | | | | | | | | |
|------|--------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|---------|---------|-----------------------|---------|----|
| | | M n | F e | C u | Z n | P b | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n |
| 地形 | 山地・丘陵地 | 0.01±0.03 | 0.09±0.10 | 0.01±0.01 | 0.03±0.04 | 0.01±0.00 | 42.1±22.0 | 161.1±89.5 | 39.0±32.4 | 1.5±1.5 | 1.3±1.3 | 3.2±1.7 | 6.6±0.6 | 53 |
| | 台地・段丘地 | 0.03±0.03 | 0.08±0.05 | 0.01±0.01 | 0.02±0.03 | 0.01±0.00 | 20.1±9.7 | 62.3±28.5 | 14.9±3.1 | 4.9±3.9 | 1.4±0.8 | 2.4±0.9 | 6.3±0.3 | 7 |
| | 低地 | 0.01±0.00 | 0.20±0.07 | 0.01±0.00 | 0.04±0.04 | 0.01±0.00 | 39.8±27.9 | 155.5±99.7 | 34.8±29.1 | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 1.7±0.7 | 7.1±0.1 | 2 |
| 表層地質 | 固結堆積物 | 0.03±0.05 | 0.07±0.10 | 0.01±0.01 | 0.04±0.06 | 0.01±0.01 | 46.6±20.0 | 158.8±74.9 | 26.9±24.3 | 1.8±1.5 | 1.5±2.0 | 3.0±1.4 | 6.9±0.5 | 20 |
| | 半固結堆積物 | 0.01±0.01 | 0.10±0.10 | 0.01±0.00 | 0.02±0.02 | 0.01±0.00 | 37.5±23.7 | 157.3±100.4 | 45.6±34.6 | 1.4±1.5 | 1.1±0.4 | 3.2±1.8 | 6.3±0.4 | 34 |
| | 未固結堆積物 | 0.03±0.03 | 0.13±0.06 | 0.01±0.00 | 0.03±0.03 | 0.01±0.00 | 28.6±15.2 | 93.9±63.8 | 20.9±15.5 | 4.6±4.1 | 1.4±0.8 | 2.4±0.9 | 6.6±0.4 | 7 |
| 土壌 | 褐色森林土壌 | 0.02±0.04 | 0.09±0.11 | 0.01±0.01 | 0.03±0.04 | 0.01±0.00 | 49.9±17.7 | 192.3±75.5 | 46.4±33.4 | 1.3±1.1 | 1.2±1.4 | 3.2±1.6 | 6.7±0.5 | 41 |
| | 黒ボク土壌 | 0.01±0.02 | 0.09±0.08 | 0.01±0.01 | 0.01±0.02 | 0.01±0.00 | 17.1±11.2 | 57.2±29.8 | 14.1±3.2 | 3.2±3.2 | 1.3±0.7 | 2.8±1.7 | 6.3±0.5 | 19 |
| | 低地土壌 | 0.01±0.00 | 0.20±0.07 | 0.01±0.00 | 0.04±0.04 | 0.01±0.00 | 39.8±27.9 | 155.5±99.7 | 34.8±29.1 | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 1.7±0.7 | 7.1±0.1 | 2 |

表6B 神岡・西仙北地域における環境因子と飲料水成分項目

| | | (単位 mg / l) | | | | | | | | | | | | |
|------|--------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|----------|---------|-----------------------|---------|-----|
| | | M n | F e | C u | Z n | P b | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n |
| 地形 | 山地・丘陵地 | 0.01±0.01 | 0.08±0.16 | 0.01±0.00 | 0.05±0.13 | 0.01±0.00 | 17.1±8.7 | 72.5±33.7 | 14.1±5.6 | 2.9±4.9 | 1.4±1.1 | 3.8±3.6 | 6.7±0.5 | 65 |
| | 台地・段丘地 | 0.07±0.19 | 0.11±0.23 | 0.01±0.00 | 0.05±0.16 | 0.01±0.02 | 41.6±38.0 | 142.9±89.3 | 28.0±11.9 | 3.3±7.0 | 1.7±2.7 | 3.0±2.0 | 6.1±0.4 | 142 |
| | 低地 | 0.06±0.25 | 0.10±0.29 | 0.01±0.01 | 0.03±0.04 | 0.01±0.00 | 37.7±18.3 | 130.7±53.3 | 26.5±12.2 | 3.2±5.6 | 1.8±3.8 | 3.3±3.6 | 6.1±0.4 | 171 |
| 表層地質 | 火山性岩石 | 0.01±0.00 | 0.02±0.01 | 0.01±0.00 | 0.21±0.22 | 0.01±0.00 | 12.8±5.4 | 40.8±11.7 | 8.7±1.2 | 1.0±0.0 | 1.0±0.0 | 1.5±0.7 | 6.6±0.2 | 6 |
| | 固結堆積物 | 0.06±0.17 | 0.15±0.27 | 0.01±0.00 | 0.04±0.11 | 0.01±0.00 | 23.0±13.5 | 89.7±42.9 | 15.8±7.0 | 5.4±10.2 | 1.7±2.2 | 3.1±2.4 | 6.6±0.5 | 53 |
| | 未固結堆積物 | 0.06±0.22 | 0.10±0.26 | 0.01±0.01 | 0.04±0.12 | 0.01±0.01 | 39.6±29.4 | 135.6±73.9 | 27.2±12.2 | 2.8±4.8 | 1.7±3.3 | 3.1±3.0 | 6.1±0.4 | 301 |
| 土壌 | 半固結堆積物 | 0.01±0.02 | 0.10±0.11 | 0.01±0.01 | 0.02±0.03 | 0.01±0.00 | 14.8±5.5 | 86.8±35.5 | 18.0±6.8 | 8.0±5.8 | 1.9±1.5 | 7.3±5.1 | 6.6±0.3 | 16 |
| | 褐色森林土壌 | 0.05±0.14 | 0.12±0.23 | 0.01±0.00 | 0.05±0.12 | 0.01±0.00 | 20.0±12.3 | 80.8±39.4 | 15.5±6.6 | 5.4±9.0 | 1.8±2.1 | 3.9±3.5 | 6.6±0.5 | 75 |
| | 黒ボク土壌 | 0.08±0.23 | 0.07±0.08 | 0.01±0.01 | 0.04±0.14 | 0.01±0.00 | 40.3±51.7 | 141.1±117.2 | 26.4±12.2 | 2.4±4.0 | 1.2±0.7 | 3.4±2.3 | 6.1±0.5 | 62 |
| | 黄色土壌 | 0.03±0.04 | 0.02±0.03 | 0.01±0.00 | 0.03±0.04 | 0.01±0.00 | 26.9±16.6 | 104.2±48.5 | 23.6±8.2 | 3.8±5.1 | 1.7±3.0 | 3.4±2.4 | 6.2±0.5 | 48 |
| 低地土壌 | 低地土壌 | 0.08±0.31 | 0.11±0.35 | 0.01±0.01 | 0.04±0.15 | 0.01±0.01 | 45.8±20.6 | 141.4±54.7 | 27.1±9.8 | 2.5±4.9 | 2.1±4.6 | 3.1±3.9 | 6.1±0.3 | 112 |
| | グライ土壌 | 0.03±0.08 | 0.14±0.29 | 0.01±0.01 | 0.02±0.02 | 0.01±0.00 | 33.2±16.8 | 138.3±58.7 | 29.3±18.3 | 3.9±6.6 | 1.7±2.7 | 3.0±2.5 | 6.0±0.5 | 56 |

表7B 横手盆地および周辺地域の環境因子と飲料水成分項目

| | | (単位 mg / l) | | | | | | | | | | | | |
|------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|----------|---------|-----------------------|---------|------|
| | | M n | F e | C u | Z n | P b | 硬 度 | 蒸発残留物 | 塩化物イオン | 色 度 | 濁 度 | KMnO ₄ 消費量 | pH | n |
| 地形 | 山地・丘陵地 | 0.01±0.01 | 0.07±0.11 | 0.01±0.01 | 0.02±0.05 | 0.01±0.01 | 27.6±17.5 | 80.2±38.3 | 12.4±5.3 | 2.6±3.7 | 1.4±1.6 | 2.7±2.4 | 6.9±0.5 | 135 |
| | 台地・段丘地 | 0.40±0.91 | 0.10±0.27 | 0.01±0.03 | 0.04±0.11 | 0.01±0.00 | 53.6±18.0 | 138.9±41.7 | 21.8±5.8 | 2.4±1.5 | 1.5±2.4 | 2.4±1.3 | 6.2±0.3 | 660 |
| | 低地 | 0.15±0.37 | 0.20±0.60 | 0.01±0.02 | 0.04±0.10 | 0.01±0.01 | 52.3±35.8 | 149.6±133.7 | 24.6±30.1 | 4.1±9.5 | 2.5±8.9 | 2.8±2.2 | 6.5±0.6 | 657 |
| 表層地質 | 火山性岩石 | 0.01±0.01 | 0.04±0.05 | 0.01±0.00 | 0.03±0.05 | 0.01±0.01 | 27.4±19.2 | 74.8±24.4 | 10.1±2.4 | 3.1±5.1 | 1.3±1.6 | 2.4±2.6 | 7.2±0.4 | 35 |
| | 固結堆積物 | 0.01±0.01 | 0.08±0.12 | 0.01±0.01 | 0.03±0.07 | 0.01±0.01 | 27.8±17.9 | 83.4±39.3 | 13.5±5.5 | 2.7±3.7 | 1.5±1.5 | 2.9±2.5 | 6.8±0.4 | 111 |
| | 未固結堆積物 | 0.27±0.70 | 0.16±0.50 | 0.01±0.03 | 0.04±0.10 | 0.01±0.01 | 53.2±28.1 | 144.0±98.9 | 23.2±21.8 | 3.3±7.9 | 2.0±6.5 | 2.6±1.9 | 6.3±0.5 | 1326 |
| 土壌 | 褐色森林土壌 | 0.01±0.01 | 0.06±0.10 | 0.01±0.01 | 0.02±0.05 | 0.01±0.01 | 29.7±19.8 | 81.2±34.6 | 13.6±5.8 | 2.5±3.6 | 1.3±1.2 | 2.5±2.3 | 6.8±0.4 | 204 |
| | 黒ボク土壌 | 0.05±0.17 | 0.07±0.15 | 0.01±0.02 | 0.03±0.06 | 0.01±0.00 | 48.0±15.8 | 132.1±48.8 | 21.9±6.8 | 2.0±3.5 | 1.4±2.0 | 2.2±1.3 | 6.1±0.3 | 259 |
| | 低地土壌 | 0.20±0.53 | 0.12±0.29 | 0.02±0.04 | 0.04±0.11 | 0.01±0.01 | 52.9±19.9 | 131.6±39.5 | 21.0±7.1 | 2.6±6.0 | 1.9±5.1 | 2.5±1.9 | 6.2±0.4 | 373 |
| | グライ土壌 | 0.53±1.00 | 0.25±0.70 | 0.01±0.02 | 0.05±0.11 | 0.01±0.00 | 56.4±25.9 | 159.0±125.6 | 25.0±27.7 | 5.0±11.3 | 2.6±9.6 | 3.0±2.1 | 6.5±0.6 | 489 |
| 黒泥土壌 | 0.09±0.16 | 0.15±0.32 | 0.01±0.01 | 0.04±0.05 | 0.01±0.01 | 66.4±68.6 | 202.2±138.8 | 34.9±47.3 | 2.3±3.4 | 1.6±2.1 | 2.5±1.7 | 6.7±0.8 | 90 | |

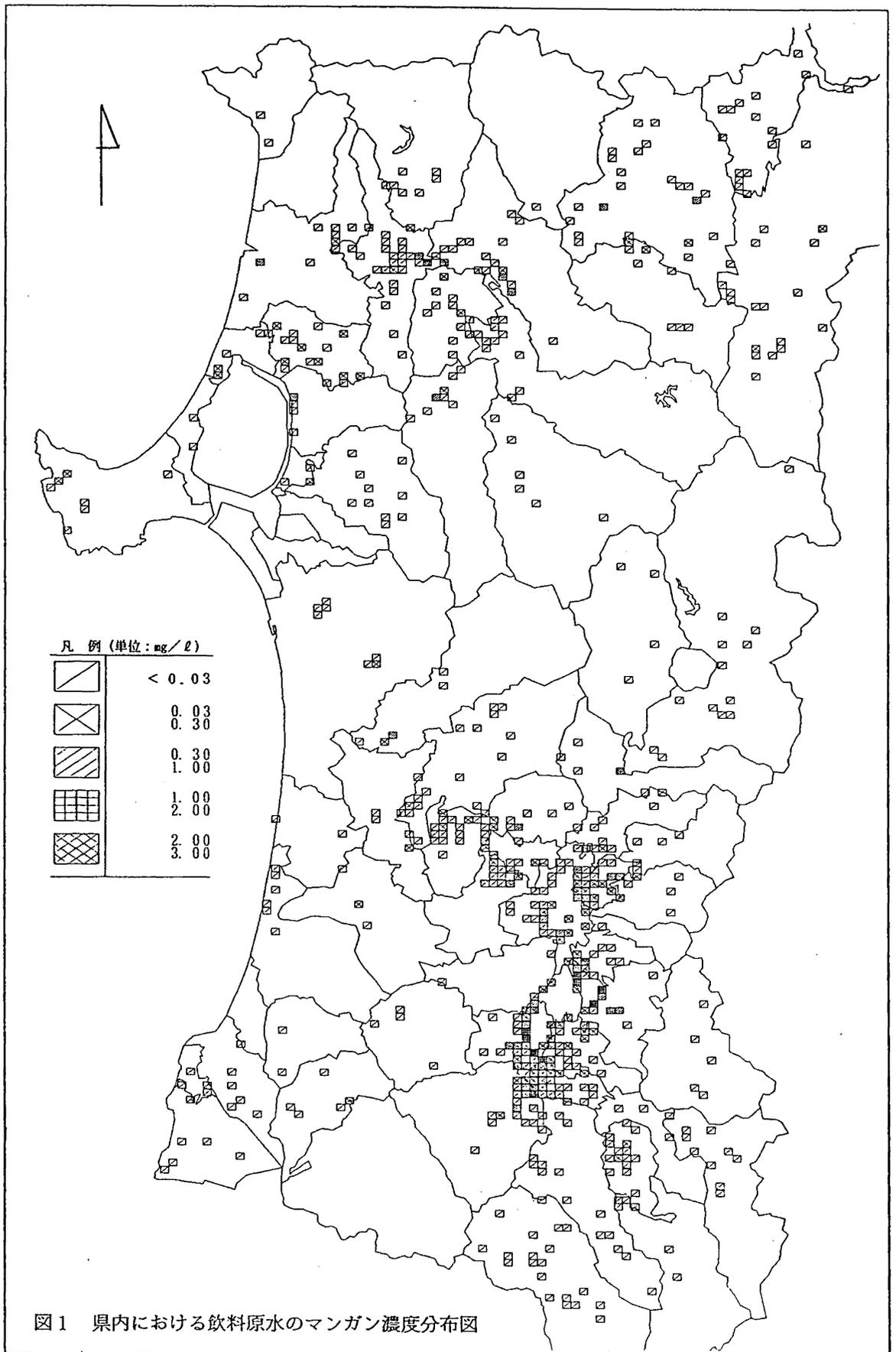


図1 県内における飲料原水のマンガン濃度分布図

向Bを示した。硬度、蒸発残留物、塩化物イオンの項目値も、地形では低地に、表層地質では未固結堆積物、土壌では黒泥土壌に最も高く傾向Bを示した。

すなわち、鹿角・大館地域および横手盆地地域は両者とも項目群が互いに相反する極端な挙動傾向を示す典型例であり、他の地域はそれぞれの特性をもちながら両者の中間の傾向を示した。

3. 秋田県マンガン濃度分布図の作成

横手盆地および周辺地域にマンガンが特異的に高濃度で検出された実態と理由については、前報¹⁾で報告した。今回は、秋田県全域にわたって飲料原水中のマンガン濃度を調べた結果、鹿角・大館地域を除き、各地の浅井戸中でそれぞれ最高値が得られた。県全体のマンガン濃度分布図を作成し、第1図に掲げた。マンガンの稠密な地域は横手盆地地域が最大で、鷹巣・阿仁、能代・山本地域がこれに続いた。

IV 考察

1. 飲料水成分項目の因子別挙動

(1) 形態別因子

秋田県の飲料原水の分析値を形態因子別に分類して、各成分項目の挙動を調べたところ、結果で述べたように、主として表流水の性質に依存する項目群（色度、濁度、過マンガン酸カリウム消費量）の傾向Aと、主として地下水（浅井戸、深井戸）の性質に依存する項目群（硬度、蒸発残留物、塩化物イオン）の傾向Bとに大別することができた（例えば、表1A）。

傾向Aを示した項目群のうち、色度は着色有機物（主としてフミン酸）や無機イオン（鉄、マンガン）等による寄与を大きく受け、特に表流水中には有機物質が多く含まれるので、色度との関係が強かった。濁度は有機質粘土、土壌粒子、鉄・アルミニウムのコロイド粒子等の存在が主な原因で、表流水に大きな影響を与えられられる。

また、過マンガン酸カリウム消費量は主として水中の有機物含有量の指標となるものであるが、表流水は他の形態に比べて還元性の有機物質を多く含むため、この項目とも強い関連があると考えられる。

以上、これらの項目群は表流水と深い関わりがあり、

表8 地域特性（因子別による項目挙動傾向表）

| 地域 | 因子 | Mn | Fe | Cu | Zn | 硬度 | 蒸発 残留物 | 塩化物 イオン | 色度 | 濁度 | KMnO ₄ 消費量 |
|---------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|
| 鹿角・大館 | 形態 | A | A | A | A | B ⁰ | B | B ⁰ | A | A | A |
| | 環境 | A | A | A | A ⁰ | B | B ⁰ | B | A | A | A ⁰ |
| 鷹巣・阿仁 | 形態 | B | B _A | BA | B _A | B ⁰ | B | B | A | A | A |
| | 環境 | B | B ⁰ | B ⁰ | B ⁰ | B ⁰ | B | B | B | B | A _B |
| 能代・山本 | 形態 | B | AB | BA | B | B | B | B | A | A | A |
| | 環境 | B ⁰ | B _A | B ⁰ | B | B ⁰ | B ⁰ | B ⁰ | A ⁰ | B | A ⁰ |
| 秋田・男鹿 | 形態 | B | AB | AB | B ⁰ | B | B | B _A | A | A | A |
| | 環境 | B | AB | AB | B ⁰ | B | B | A _B | A | A _B | A |
| 本荘・由利 | 形態 | AB | AB | AB | B | B | B ⁰ | B | A ⁰ | A ⁰ | A _B |
| | 環境 | AB | B | AB | BA | A _B | A _B | A _B | B _A | A _B | A ⁰ |
| 神岡・西仙北 | 形態 | B ⁰ | B _A | AB | B ⁰ | B | B ⁰ | B ⁰ | A | B ⁰ | A |
| | 環境 | B ⁰ | B _A | AB | A ⁰ | B ⁰ | B ⁰ | B ⁰ | A _B | B ⁰ | A _B |
| 横手盆地と 周辺地域 | 形態 | B | B | AB | B ⁰ | B | B | B | A | B _A | AB |
| | 環境 | B ⁰ | B | AB | B ⁰ | B ⁰ | B | B | B _A | B | BA |

- 注 1) A或いはBは、各成分項目の典型的な傾向特性を示す場合
 2) A⁰ 或いはB⁰ は、全体として傾向A或いはBを示すが、一、二ヶ所傾向から外れる箇所を含む場合
 3) AB或いはBAは、AおよびBの傾向を同程度併せ持つ場合
 4) A_B 或いはB_A は、A或いはBの一方が優勢な場合

自然現象や人為的環境に影響を受けやすい項目といえる。

次に、傾向Bを示した項目群のうち、硬度は一般に岩石や土壌成分から遊離溶出する金属成分に起因するところが大きいので、地下環境に長期間接触している地下水に高く検出されるものと考えられる。

蒸発残留物は、自然界の主として無機塩類、有機物質等の溶解性物質や浮遊物質等に由来するものであるが、本調査で浅井戸に最も高い値が得られたのも、そのような地下環境に負うところが大きかったと考えられる。

塩化物イオン濃度は自然および人為的環境の影響を受けやすく、原因は多岐にわたっている。

傾向Bの項目群が、浅井戸や深井戸で高い値を示したのには、表流水よりも地下水中に岩石や土壌等による溶解成分が多いことを意味している。

以上のことから、傾向Aを示した項目群は、表流水で代表されるような好気性、酸化的雰囲気依存する項目群であり、傾向Bを示した項目群は、地下水で代表されるような嫌気性、還元的雰囲気に依存する項目群であると考えられる。

(2) 金属濃度

金属濃度の項目はⅢ-1-1(3)およびⅢ-1-2(2)で見られるように、その因子別挙動の傾向が金属の種類によってそれぞれ異なり、他の成分項目に比べて複雑である。鹿角・大館地域の表流水にマンガン、鉄、銅、亜鉛が他の地域に比べて高く検出されたり、また、横手盆地地域(台地・段丘地、未固結堆積物、グライ土地帯)の浅井戸にマンガンが特異的に高い濃度であったのも、金属類の因子別挙動が多様であることによると考えられる。この理由は、主としてそれぞれの金属によって結合の性質が異なることによるものであるが、さらに、表流水および地下水に含まれるフミン酸その他の有機物質にもよるものと推察される。また、金属の溶存状態や金属-フミン酸の生成は、原水のpHの変化やその他の条件によって微妙に変化し、懸濁物や沈殿物を生成することについては、最近多数報告²⁵⁾されている。

(3) 環境別因子

飲料原水の各成分項目の分析値を環境因子別に分類して傾向を分析した結果、表1~7(B表参照)、成分項目は、主として酸化的雰囲気の環境(排水の良好な状態)に属する山地・丘陵地、火山性岩石、褐色森林土壌に依存する項目群(色度、濁度、過マンガン酸カリウム消費量)の傾向Aと、主として還元的雰囲気の環境(排水の極めて悪い状態)に属する低地、台地・段丘地、未固結堆積物または半固結堆積物、グライまたは黒泥土壌に依存する項目群(硬度、蒸発残留物、塩化物イオン)の傾向Bとに大別された。

2. 地域別水質特性

表1~7(A, B表)は、成分項目と形態および環境因子を組合わせたものである。表中の数値は、成分項目によって、また両因子によって規定される水質特性を示すものである。したがって、各表は各地域におけるそれぞれの水質特性表に相当することになる。7地域の項目別挙動傾向は、地域によってそれぞれ大きく異なり、これらの表から水質特性や地域特性を考察することは極めて煩雑である。そこで著者らは、表8に、7地域の因子別による項目挙動傾向を簡潔な形で表した。表中のA或いはBは傾向A或いは傾向Bを指す。これによって、各地域の水質特性を容易に読み取ることができる。

表8から、鹿角・大館地域(山地、高地、鉱山地帯)と横手盆地地域(平野、低地、水田土地帯、停滞性水域)は互いに相反するそれぞれ典型的且つ両極端な水質特性を示し(鹿角・大館地域はAの特性が最も多く、横手盆地の場合はBの特性が最も明確にでている)、秋田・男鹿、本荘・由利、神岡・西仙北地域は両者の中間的傾向を、鷹巣・阿仁、能代・山本地域は横手盆地の方により近い水質特性をもつことがわかった。

以上、本報告では、飲料水試料として、できるだけ天然の自然環境を反映し、人為的影響が比較的少ないと思われる時期(昭和47~57年度)に搬入された飲料原水の分析結果を使用した。検体数や採水箇所についてはかならずしも満足できるものではなかったが、秋田県各地域の水質の基礎データを捉えることができた。水質に影響をおよぼす環境因子として、例えば、流域別、水収支、地下水脈、標高差および降水等をさらに加えて検討すれば、より精緻な地域特性の解明に近づきうるものと考えられる。しかし、本報告のように、水形態と地形や表層地質および土壌を考慮した方法でも地域の水質特性を把握することができると思う。

V まとめ

秋田県全域の水質特性について、飲料水成分項目値に水の形態および環境因子を導入して、コンピュータにより集計・分類・解析した。その結果、酸化的雰囲気因子(すなわち、形態では表流水、地形では山地・丘陵地、表層地質では火山性岩石、土壌では褐色森林土壌)に依存する項目群(色度、濁度、過マンガン酸カリウム消費量)と還元的雰囲気因子(すなわち、形態では、浅・深井戸、地形では低地、表層地質では未固結堆積物、土壌ではグライ・低地土壌)に依存する項目群(硬度、蒸発残留物、塩化物イオン)に分類できた。これより、各成分項目の水質特性の傾向や地域特性(表8)は、良質な水源確保の際の指針になりうるものと思われる。

VI 文 献

- 1) 松尾無子たち：横手盆地のマンガンについて（第5報）—環境因子としての地形、地質、土壌からの考察
秋田県衛生科学研究所報，1992；36：65—70
- 2) 肥田登著：扇状地の地下水管理，古今書院，1990：4
- 3) 秋田県：土地分類基本調査〔大館〕（1986）
- 4) 秋田県：土地分類基本調査〔鷹巣〕（1985）
- 5) 秋田県：土地分類基本調査〔米内沢〕（1977）
- 6) 秋田県：土地分類基本調査〔能代〕（1983）
- 7) 秋田県：土地分類基本調査〔森岳羽後浜田〕（1984）
- 8) 秋田県：土地分類基本調査〔森吉山〕（1991）
- 9) 秋田県：土地分類基本調査〔秋田〕（1972）
- 10) 秋田県：土地分類基本調査〔五城目〕（1973）
- 11) 秋田県：土地分類基本調査〔男鹿・船川〕（1974）
- 12) 秋田県：土地分類基本調査〔羽後和田〕（1975）
- 13) 秋田県：土地分類基本調査〔本荘〕（1980）
- 14) 秋田県：土地分類基本調査〔矢島〕（1982）
- 15) 秋田県：土地分類基本調査〔角館・鶯宿〕（1989）
- 16) 秋田県：土地分類基本調査〔田沢湖〕（1991）
- 17) 秋田県：土地分類基本調査〔刈和野〕（1979）
- 18) 秋田県：土地分類基本調査〔六郷〕（1988）
- 19) 秋田県：土地分類基本調査〔大曲〕（1977）
- 20) 秋田県：土地分類基本調査〔横手〕（1976）
- 21) 秋田県：土地分類基本調査〔浅舞〕（1978）
- 22) 秋田県：土地分類基本調査〔稲庭・焼石岳〕（1987）
- 23) 秋田県：土地分類基本調査〔湯沢〕（1979）
- 24) 小島貞男：新水質の常識，日本水道新聞社，1983：120—121, 130—131
- 25) 北野康：地球環境の化学，裳華房，1992：146—158