

上田市内河川における石面付着物中の水銀濃度からみた 異常な水銀汚染について

渡辺義人・伊藤能子

Hg concentration in "Aufwuchs" on riverbed gravels and
the noticeable state of Hg pollution in rivers of Ueda city.

Yoshito WATANABE and Yoshiko ITOH

上田市では1985年に、各家庭に設置されている沈殿槽の汚泥を処理するため、雑排水汚泥処理施設を建設し、そこで脱水処理した汚泥をそのまま発酵処理して堆肥化することを試みている。渡辺ら¹はこの施設の稼働初期から2年にわたって、貯留槽の汚泥や堆肥について化学成分の調査を行い、その結果、汚泥や堆肥中に常に1 ppm以上という高濃度の水銀が検出されたことを報告している。

この雑排水汚泥はいうまでもなく台所排水など家庭雑排水から発生したもので、工場排水からの汚泥は含まれていない筈である。そこで、もし汚泥中に高濃度に含まれている水銀が家庭雑排水由来のものであるとすれば、雑排水が直接流入しているような市街地河川に対してもなんらかの影響のあることが当然予想される。

本研究は上記の観点から、上田市内河川を対象に、河床の礫の表面に発達する付着物の水銀濃度を測定し、水銀汚染の状況を知ろうとしたものである。

付着物は石面に生育する藻類を主とする微小生物と、一部流下の過程で沈殿、付着した無機物や有機物から成っている。このような石面付着物はある期間常に河川水と接触しているので、その中に吸収・蓄積された重金属の量はある期間における河川の水質の状態を総合的に反映していることになり、重金属汚染の程度を相対的に判定するモニターとして有効であることが知られている²。

1. 付着物の採取地点と採取方法

上田市内河川における付着物採取地点を図1に示す。千曲川の右岸の支流では神川、矢出沢川、蛭沢川で各1地点、左岸支流では産川と浦野川で各1地点、千曲川本流では小牧橋付近と下流の戸倉町冠着橋の2地点、計7地点である。このうち矢出沢川と蛭沢川は人口密集が最

も高い流域を貫流する典型的な市街地河川であり、水質も都市排水によってかなり汚濁されている。

各地点で直径約10~20 cmの礫を1地点当たり10個ぐらいずつ任意に集め、その表面からナイロン製ブラシで付着物を剥離し、遠心分離機により分別した。

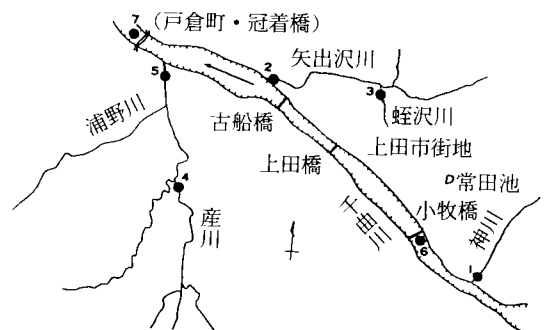


図1 上田市内河川における付着物採取地点

2. 分析方法

分析は森山ら³の方法に準拠し、図2に示した操作手順にしたがって行った。汚泥などの固形物試料を分析する場合の前処理には、分解中に水銀が揮散しないように冷却管を取り付けた装置を用いるのが一般的であるが、この装置では試料の出し入れなどの取扱いが面倒で、多くの試料を連続的に処理するには不便である。本法はケールダールフラスコを使用し、水銀の揮散抑制剤として塩化ナトリウムを加えて分解するものである。表1は本分析法による水銀の回収率と測定値のばらつきについて検討した結果である。回収率はやや低く、操作の過程で若干水銀の損失が認められるが、操作の簡便さを考慮すれば良好な結果といえる。

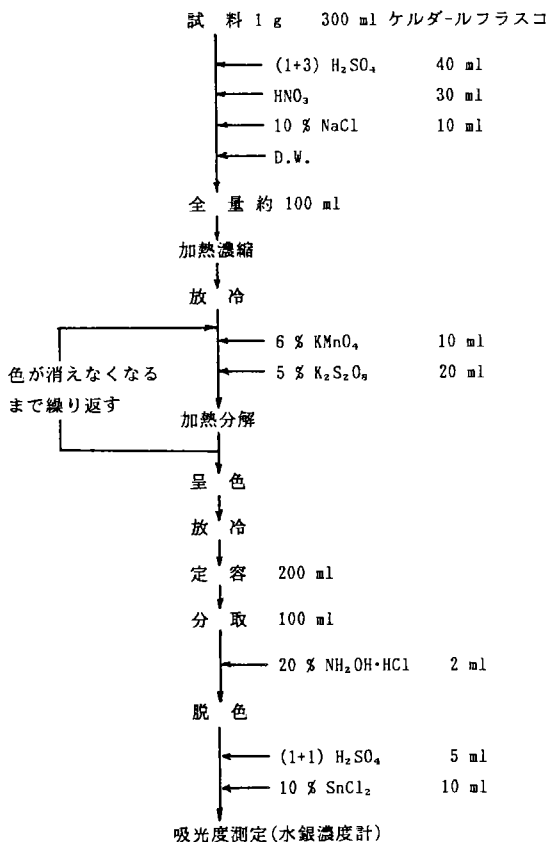


図2 水銀分析法のフローシート

表1 本分析法における水銀の回収率と繰返精度

測定回数	14回
水銀添加量	1 μg
測定値の平均	0.965 μg
回収率	96.5 %
変動係数	3.4 %

3. 結果

表2は各河川における付着物中の水銀濃度の分析結果である。千曲川は高地点とも0.1および0.16 ppmと低く、浦野川、産川、神川もほぼ同じ濃度である。これに対して、市街地を流れる矢出沢川と蛭沢川の水銀濃度は千曲川などに比べて明らかに高い値を示している。特に1987年10月に採取した矢出沢川付着物は、1.74 ppmと濃度の低い河川の10倍程の高い値となっている。このことは、これらの河川がなんらかの原因で水銀により汚染されていることを裏付けている。

4. 考察

河川付着物の水銀濃度については、流域に鉱山など特

表2 上田市内河川における付着物中の水銀濃度

地点番号	河川名	採取年月日	水銀濃度 (ppm)
1	神川	800723	0.18
2	矢出沢川	871019	1.74
2	矢出沢川	800724	0.32
3	蛭沢川	800724	0.46
4	産川	800723	0.18
5	浦野川	871028	0.16
6	千曲川	871019	0.16
7	*千曲川	870508	0.10

* 戸倉町冠着橋付近左岸

表3 土壌および湖沼底泥中の水銀濃度 (平均値)

長野県土壌 (牧ほか, 1973)		湖沼表層底泥 (環境庁, 1973)	
水田	0.27	印旛沼	0.24
畑	0.24	中海	0.13
果樹園	0.27	穴道湖	0.30
山林	0.15	霞ヶ浦	0.18
原野	0.17	諏訪湖*	0.48

ppm

別の排出源のある河川の例⁴はあるものの、非汚染地域で調べた報告はほとんどない。表3は付着物の水銀濃度のレベルを比較するために長野県の土壌⁵といくつかの湖沼の表層底泥⁶の水銀濃度を示したものである。これを見ると土壌は約0.2 ppm、湖沼の底泥も諏訪湖を除くと、およそ0.2 ppmである。諏訪湖は0.48 ppmと高く、かつての汚染の名残りをとどめている。また、環境庁の調査による全国の河川堆積物の非汚染地域の水銀濃度⁶は0.1~0.2 ppmの範囲である。このことから千曲川をはじめ0.2 ppm以下の濃度を示した神川、産川、浦野川の水銀濃度は非汚染地域における河川付着物のバックグラウンド値に近いものと推定される。

図3は各河川の付着物中の水銀濃度と亜鉛、銅の濃度を比較したものである。これで見ると水銀の濃度が高かった矢出沢川と蛭沢川は亜鉛、銅の濃度についてもほかの河川に比べてはるかに高く、これらの河川の汚れのひどさを物語っている。しかし矢出沢川の1980年と1987年のそれぞれの濃度を比較すると、亜鉛と銅の濃度はほとんど同じであるのに、水銀の濃度にはかなりの差がみられる。これは矢出沢川における亜鉛と銅の汚染が、もともと亜鉛、銅の濃度のレベルが高い都市排水による定常的な影響にもとづくものであり、かつ1980年と1987年でその影響の大きさにほとんど変化がなかったことを示している。これに対して、水銀の場合は特定の発生源からの最近における異常な排出があったことを推定させる。表4は渡辺¹らが上田市の雑排水汚泥処理施設における

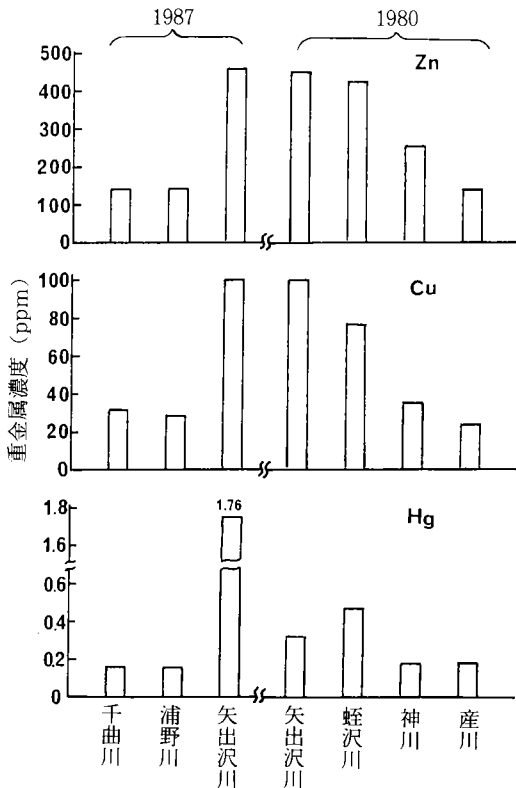


図3 上田市内河川における付着物中Zn, Cu, Hg濃度の比較 (Zn, CuはICP発光分光法による)

汚泥と堆肥について調べた水銀濃度の範囲とばらつきをみたものである。水銀の濃度範囲が非常に広く、変動係数でも60%前後と極めて大きい。(他の重金属は10-30%程度である)。このことも、水銀の汚染が特定の発生源からの不定期な排出によることを示唆するものといえよう。

表4 上田市生活雑排水汚泥処理施設における貯留槽汚泥およびそれを原料とする堆肥中の水銀濃度

試料	範囲 ppm	平均値 ppm	変動係数 %
汚泥	2.12 ~ 18.2	7.28	63.2
堆肥	1.00 ~ 9.40	4.51	54.3

水銀の発生源については工場排水も疑われるが、家庭雑排水汚泥に高濃度の水銀が検出されていることから、家庭雑排水に伴って排出されるものと考えのが妥当であろう。主な発生源として考えられるのは、歯科医が充填用として使う水銀アマルガムの排水である。奈良県⁷の調査では下水に入り込む水銀量の59%が歯科医からのものとしている。また、中山ら⁸の調査によると、歯科医の診療室からの排水と一般の家庭雑排水とが合流している場合が多く、その上合流した排水やその汚泥には極めて高い濃度の水銀が検出されている。このほかに家庭用の水銀体温計や廃棄水銀乾電池なども水銀の濃度を高める要因として無視できない。

今後、付着物中の水銀濃度が高かった矢出沢川を中心に、時間的空間的に、より詳細な付着物調査を実施し、水銀による汚染状況をより明確にするとともに、水銀の発生源とその実態を究明することが急務の課題である。

引用文献

1. 渡辺義人・山本満寿夫(1987): 昭和62年度上田市委託調査報告書
2. 渡辺義人・渡辺圭子(1981): 昭和55年度 信州の自然環境とモニタリングと環境科学の総合化に関する研究, 21~26
3. 森山清・渡辺章・森泰・御園生善彦・荒屋敷秀俊(1986): 下水道協会誌, 261号, 31~41
4. 渡辺仁治・今村典子(1980): 陸水生物学報, 1号, 49~63
5. 牧幸男・長瀬叶彦・丸山正人・山崎輝・関久人・山浦源太郎(1973): 公害と対策, 9(5), 473~478
6. 藤井正美(1976): 「水銀」97~160, 喜田村正次ほか共著, 講談社サイエンティフィク
7. 毛利吉邦(1981): 再生と利用, 4(13), 53
8. 山中すみえ・田中界治・田中久雄・西村正雄(1977): 口腔衛生学会雑誌, 26(4), 307~313