

旧東ドイツにおける河川水質と排水処理の動向について

Changing of the situation of water quality in the river and of wastewater treatment in former east germany

野村 克己*

Katsumi NOMURA *

ABSTRACT: After the unification of germany, the water quality in the Elbe River was drastic recovered through the closing of many industries in the former east germany. Many wastewater treatment plants, which had insufficient removal capacity, were closed and new biological treatment plants including aerated lagoons were built. On the contrary, because of the closing of all facilities, which were operated for agricultural irrigation after mechanical treatment, the total loading against public water body increased. In the area, which had no sewerage system, the nutrient loading is estimated to increase five times higher than the former because of the construction of it. Wastewater charge increased up to about 7DM and criticism against Municipal Charge Act are raised. In the state of Saxony, the wastewater treatment plant is constructed without advanced treatment process in order to minimise the construction cost and to help municipal finance.

KEYWORDS: germany, wastewater treatment, wastewater charge

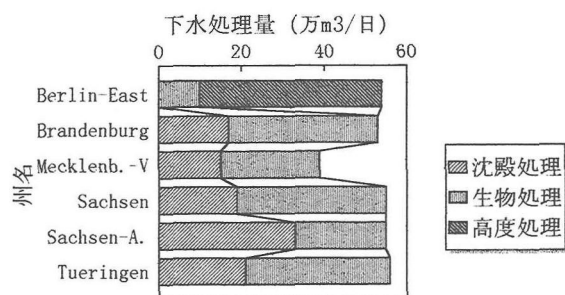
1. はじめに

ドイツ統一の後、1991年にドレスデンで開かれたエッセン会議は、旧東ドイツの環境改善を行うために、環境技術に対する十分なノウハウのない旧東側に、西側の技術を紹介し、速やかな環境回復を図ろうとする意図があった。しかし、どのような環境技術を移転すべきが大きな議論となった。例えば Imhoff¹⁾は西側の技術をそのまま導入すると一人あたり6DMの下水道料金上昇をまねくので、実現可能性はないとし、投資は重点的に行き、より重要性が少ない箇所については酸化池を中心とした技術を暫定措置として紹介するなど、当時の東側の経済力を考慮した技術が適切であるとした。他方では開発途上国でない隣人に対しては、西側と対等の技術を紹介すべきであるという考え方があった。今日、環境技術の移転について、途上国にはいきなり高度な技術を押しつけるのではなく、現地の経済力にあわせて段階的に導入すべきとの考え方が一般的であるが、この考え方はもともと西と同じ高い文化を共有していた旧東ドイツにあてはまるのかどうか、統一後約5年の間に旧東側に起きた水環境の変化とその原因の一端についていくつかの知見を得たので以下に述べる。

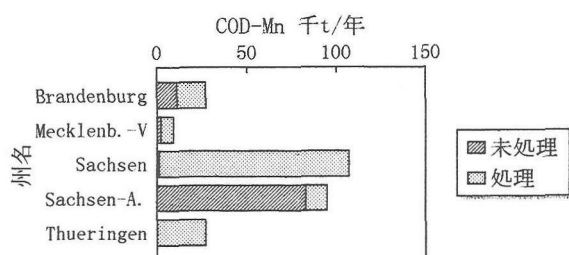
2. 排水処理設備の改善状況

統一前の1989年現在では東ドイツでは1200万人の汚水が下水道で排除されていた。²⁾これは総人口の73.2%であり、処理されていたのは54%であった。また直接排水されていた産業排水については約3.6億m³/年発生し、このうち約10%が未処理（もっとも、処理したものもその程度は十分でないが）で、COD_{Mn}換算の放流負荷は約26万t/年であったという（図-1, 2）。この負荷量はひとりあたりCOD_{Mn}発生負荷量を30g/日とすると、約2400万人相当の産業排水が未処理あるいは不十分な

* 京都市下水道局 Kyoto City, Sewage Works Bureau



図－1 旧東ドイツにおける下水処理量



図－2 旧東ドイツにおける工場排水によるCOD排出負荷量(東ベルリンを除く)

表－1 下水道普及の有無とリン排出負荷量の試算 (kgP/ha.年)

		排出負荷
下水道なし		0.2
下水道あり	沈殿処理	1.2
	生物処理	0.9
	生物処理+酸化池	0.5

注) Beuschild の表³⁾ から作成した。

または4 (非常に強く) 汚染されていた。しかし統一後、みるみる水質が回復した。エルベ川においても、以前は下流のハンブルグ港付近では上流の旧東側の区域から流れ込んでいた多量の有機性汚濁やアンモニアの負荷により、河川中のDOが不足するなど好ましくない事態であったことから、負荷軽減のためにまず自らが負荷を下げるべく、下水道の普及と硝化促進政策を続けていた。しかし、統一後しばらくして、すでに1991年にはエルベ川の多くの場所で溶存酸素の回復により河川水質は良好となった(表-3)。河川に流出するアンモニアも激減した(図-3)。⁴⁾ この水質回復の最大の要因は下水道の普及ではなく、西側の経済力についていけない旧東側の工業などが倒産・閉鎖・または休止に追い込まれたためと考えられている。例えば製造業の就業者数は統一直後から減少を続け、1991年に163.8万人いたのが3年後の63.4万人にまで減少し、特に鉄鋼・繊維衣料部門では1/5、機械・化学部門は1/3と大きく減少した。⁵⁾ また家畜の総数が半数に落ち込んだ。100万人の人々が西側へ移住し、ソ連の軍隊も撤退したことによっ

処理のままで放流されていたことになる。この原因には旧東側の環境意識の低さ、環境政策を支える経済力、技術力の不足を指摘するものがある一方で、未整備地域での下水道の普及は下流への汚染を増す(表-1)という観点から下水道の普及を禁じているところもあったからである。都市下水については処理量あたりでみると約380万m³/日の下水発生量のうち、未処理放流が12%、沈殿処理が36%、生物処理が38%、そして高度処理が14%(その大部分が旧東ベルリン)であった。1,100ある処理場のBOD平均除去率は高々68%にすぎず、東ベルリンの高い高度処理率もその観点からすれば実態は疑わしい。また、生物処理といえど処理レベルは低いものが多く、統一後には速やかに西側の基準が適用されたために、多くの処理場が閉鎖あるいは改造を必要とした。1989年から1992年の間にザクセン州では177の下水処理場が建設された。またザクセンの州都マグデブルグでは1990年から1993年の3年間で沈殿処理は減少し、生物処理は増えたものの、処理技術として不十分とされた曝気酸化池も多く建設された。一方では、沈殿処理後農地還元利用されていた施設がすべて廃止されたために環境への負荷はかえって増えた(表-2)。³⁾

3. エルベ川に見る環境改善

統一前の旧東ドイツの環境に関する情報は少なく、東西を統一的に見ることは困難であるが、河川の汚染は極度に進み、半分以上が3(強く)ま

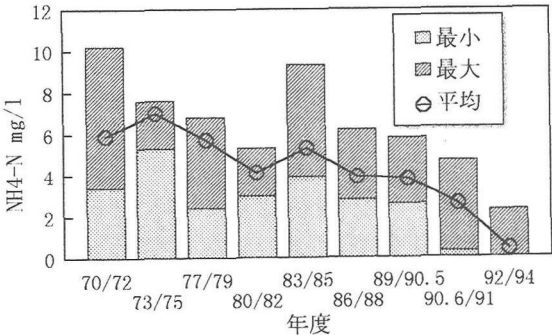
表－2 下水処理場数の変化³⁾

処理方法	1990			1993		
	箇所数	排出負荷 人口当量 (人)	BOD 除去率 (%)	箇所数	排出負荷 人口当量 (人)	BOD 除去率 (%)
沈殿処理	16	540,313	1.6	11	299,187	10.1
活性汚泥法	16	67,497	77.3	19	26,418	82.4
バクテリア・ジョント・イッチ	13	11,566	61.6	9	874	91.6
散水ろ床	8	14,173	63.8	8	8,894	65.3
曝気酸化池	-	-	-	16	9,420	41.4
生物処理計	37	93,236	74.6	52	45,606	83.2
計 (A)	53	633,549	30.9	63	344,793	43.0
処理水農業利用(B)	11	340,984	37.1	-	-	-
(A)-(B)	-	292,565	68.0	-	344,793	43.0

表－3 エルベ川中流域の溶存酸素状況

地点名	DO濃度 mg/l	
	左岸	右岸
Roßlau	6.1	-
Breitenhagen	5.3	5.5
Magdeburg	6.9	6.5
Tangermünde	5.9	6.1
Habelmündung	-	7.1
Hinzdorf	9.4	8.4
Schnackendorf	9.0	10.0

注) Klapper³⁾の表から作成した。



図－3 エルベ川中流域のアンモニア性窒素濃度変化⁴⁾

でも環境への負荷は低下しているといえる。

河川水中で硝化が進行することから、処理場内での硝化促進は必要ないという議論³⁾の一方で、硝化はあるが脱窒は必要がない⁶⁾という議論もある。この理由として単に河川水中の溶存酸素が豊富になったというだけでなく、川底でのリンの再溶出を引き起こす嫌気状態を防ぐためには、好気的な状態を必ずしも必要とするのではなく、硝酸の存在（無酸素状態）で十分であるということに

よる。

4. 新しい環境要求と下水処理場の建設費用

旧東側が西側の基準を受け入れることにより、有機物や窒素・リンの除去については「一般に認知された技術基準」（表－4）⁷⁾が適用され、大きな都市ほど基準の厳しい高度処理を含む施設を建設しなければならなくなった。

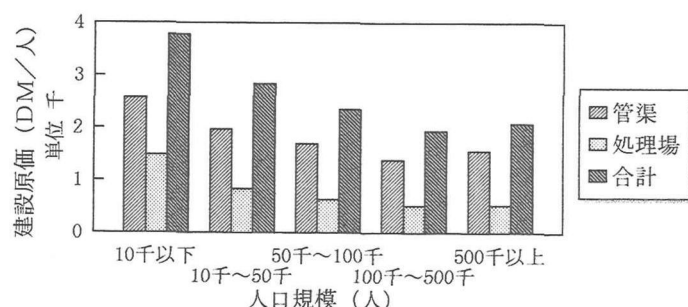
ATV（ドイツ下水道協会）によるアンケート調査結果⁸⁾によれば、旧西側の下水管渠および処理場建設の費用は図－4のとおりであり、団体数の50%値では合計約3,000DM/人である。そのうちわけは管渠が60～70%を占めている。一人当たりの建設費用についての日独比較の議論は別の場に譲るが、いずれにしても、中大規模の処理場はすべて高度処理を含む施設の整備を求められていることから、新しい処理場の建設は多額の費用を要することになる。とくに生物反応槽は処理の程度が高くなるにつれてうなぎ登りに増え、20年前の5倍になっている（表－5）。⁹⁾また建設費用は計算によるとザクセン州だけで約400億DM（2.8兆円）、ひとり

表－4 ドイツにおける都市下水処理場の排水基準⁷⁾

クラス	流入BOD 規模 kg/d	相当 人口規模 千人*	COD mg/l	BOD mg/l	NH ₄ - N mg/l	T-P mg/l	T-N mg/l
1	～60	～1	150	40	-	-	-
2	60～300	1～5	110	25	-	-	-
3	300～1,200	5～20	90	20	10	-	18*
4	1,200～6,000	20～100	90	20	10	2	18*
5	6,000～	100～	75	15	10	1	18*

一人一日60 gBOD/日として算出

*5月1日から10月31日の間の放流水質12℃以上の場合に適用



図－4 下水処理場の一人あたり建設コスト⁸⁾

表－5 ドイツにおける一人あたり必要反応槽容積の変化

年代	処 理 方 法	一人当たり 必要な反応槽 容積 (/人)
1974	炭素除去	40
1980	硝化	80
1989	硝化脱窒	150
1992	硝化脱窒+生物脱りん	200

注) Lüttner⁹⁾の図から作成した

あたり30万円にあたる。これが下水道料金に跳ね返りドレスデンのように1m³あたり6.79M(約600円)にまで跳ね上がっているところもある。¹⁰⁾ 下水道建設の財政負担や許認可手続き等の煩雑な事務にたずさわる要員が圧倒的に少ないことから、旧東側を緊急に環境改善しようとした建設計画は遅れがちである。例えば、1990年に署名されたエルベ緊急プロジェクトでは、建設中の2万人以上の処理場は1995年までに建設を終えること、また5万人以上の規模の処理場は1995年までに建設着手することとなっている。

しかし、東側には技術者等が不足している上、西側のコンサルタントが手がけている場合でも財政面も含めて計画に対する詳細な検討が加えられていない。例えば人口や産業の発達を現在よりも多く余裕をとっていたり、広い範囲をひとつの処理場に結ぶ計画であったり、中心部が人口密度の低い周辺部を計画区域に組み込んでいたりしている。この結果おこる財政的な圧迫は寄付金や料金への転嫁によっている。¹¹⁾

急激に上昇する下水道コストは市民を圧迫し、自由化とともに民主化を勝ち得た市民はデモンストレーションによって自分たちの意志を表明し、高い下水道コストについても批判の対象となっているようである。¹²⁾

5. 下水道の段階的整備の諸政策

結局、最高級の下水処理技術をいきなり東側に導入することはできなかった。ザクセンでは、環境省が「下水道の段階的建設のための行政規則」¹³⁾により、当初は2次処理でよいとし、また当面処理に必要な能力分を系列ごとに段階的に整備をしてよいとしている。そして栄養塩除去などの高度処理についてはコストの観点から合理的であれば先送りしてもよいとしている。財政負担の影響は当然西側にも影響し、西側にとってもいかに経済的に安価に下水処理場を建設できるかが最大の関心事であるともいう。またノルドライン・ウェストファーレン州の多くの水組合が連邦水法(Wasserhaushaltsgesetz)の実施にあたって優先順位のカタログを持っているという。つまり、「急ぐ」、

「あまり急がない」、そして「放棄してよい」である¹⁴⁾

また、下水道施設を建設・維持管理する側にとってもう一つの悩みの種は排水賦課金法¹⁶⁾である。この法律は汚濁の指標とする各水質項目の各々について、放流する汚濁の程度によって税を徴収し、それを処理施設改善などの建設財源の補助金として再び還元することで、放流水質改善の政策に経済的インセンティブを働かせることが目的である。しかし、多額の建設事業費を必要とする下水道事業では急激な基準のレベルにアップには簡単にはついていけず、むしろ賦課金の「割り引き」への動きがおきている。連邦政府は法改正をし、同法の第10章の(3)(4)(5)項で割り引きに関して次のように定めている。

すなわち(3)ではある水質項目について施設の建設または拡張によりその処理場からの汚濁負荷が20%以上改善されることが見込まれるなら、その処理場は新しい施設の供用開始前の3年間は排水賦課金を払わなくてよいとし、(4)では前項の割り引きは一つの水質項目だけでなく各々の項目に当てはめられ、段階的整備で3年間の免除を複数回適用を受けることもできるとし、さらに(5)では旧東側の各州への特例として複数の処理場をかかえる団体ではどれか特定の処理場について重点的に水質改善を行い、結果として団体内の負荷量の総量が20%以上削減できるなら、その団体の全賦課金を3年間払わなくてよいとしている。

こうして、排水賦課金法では賦課をかけて環境改善のインセンティブを働かせようとしたものが、現在は賦課金を割り引くことで環境改善のインセンティブを働かせるという変則な事態となっている。

6. おわりに

はじめに述べたように、旧東側の環境改善に対し、どんな環境技術を導入すべきかという議論に対しては、結局西側と同等の技術を当初から導入すべきであるという意見が大勢を占めたと考えられる。それはかつての家族であり隣人である人々に、資金がないからといって中途半端な施設を造ってもらうわけにはいかない、そしてそのための財政援助は惜しまないという、西側の人々の義務感が大きく働いたと言えるだろう。しかし財政的問題、質の高い技術者の不足から思惑通りにいかず、Imhoffの心配した市民への法外な負担を強いたり暫定的な段階的建設を余儀なくされている。新しい環境政策はできるところからすぐにやるというドイツの意気込みは強く感じるが、時間も資金も限られているなかですべてを完璧にやろうとしたり、あるいは専門知識がありながら細かな配慮が欠落したために、自らの財政を圧迫し市民の負担を大きくする要因となっている。環境改善は必要な技術を展開する財政力とその負担をする市民の理解が必要である。

7. 謝辞

資料の提供をいただいた関係各位にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) K.R.Imhoff; Verfahren der kommunalen Abwasserbehandlung und Übergangslösungen für zu sanierende Systeme, 24.Essener Tagung. Gewässerschutz-Wasser-Abwasser(GWA) Bd.131. 1991
- 2) Daten zur Umwelt 1990/91 Umweltbundesamt
- 3) H.Klapper; Zur Gewässersituation in den neuen Bundesländern, Gewässerschutz-Wasser-Abwasser(GWA) Bd.194. 1994
- 4) D.Spott; Zur Entwicklung der Wasserbeschaffenheit in der mittleren Elbe, Wasserwirtschaft-Wassertechnik 7/1995
- 5) 統一後5年のドイツと東欧経済, 東銀経済四季報 1996年 I
- 6) I.Röske, D.Uhlmann, K.Kermer; Anforderungen an kommunale Kläranlagen unter dem Gesichtspunkt der Gewässerbeschaffenheit, Korrespondenz Abwasser 3/1995

- 7)Anhang 1 der Rahmen– Abwasser– Verwaltungsvorschriften(VwV), 27.August 1991
- 8)R.Pecher; Bau– und Betriebskosten bestehender Anlagen zur Abwasserentsorgung in der Bundesrepublik Deutschland,Korrespondenz Abwasser 12/1994
- 9)K.Lützner; Planung von Kläranlagen mit abgestuftem Ausbau der Reinigungsmaßnahmen für eine rasche Entlastung der Gewässer, Seminar am 21. und 22. April 1994 in Dresden, Gewässerschutz– Wasser– Abwasser (GWA) Bd.146,1995
- 10)D.Angst; Prioritäten des Umweltschutzes in den neuen Bundesländern(Ostdeutschland), 28.Essenertagung. Gewässerschutz– Wasser– Abwasser(GWA) Bd152. 1995
- 11)C.Ross; Reinigungsanforderungen und Umsetzungsmöglichkeiten in den neuen Bundesländern aus der Sicht der Behörden, Gewässerschutz– Wasser– Abwasser(GWA) Bd.194. 1994
- 12)D.Kolbe; Kosten für Abwasser in den neuen Bundesländern – ein Buch mit sieben Siegeln?, Korrespondenz Abwasser, 1/1996
- 13)Verwaltungsvorschrift "Stufenweiser Ausbau der Abwasserbehandlung"(StAdA): Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung
- 14)A.Schink; Möglichkeiten zur Deregulierung im Umweltschutz aus Sicht der Kommunen, Gewässerschutz– Wasser– Abwasser(GWA) Bd.152.1995
- 15)Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer(Abwasserabgabengesetz– AbwAG)