

合流式下水道の現状と新しい改善方策

那須 基* 森田弘昭**

1. はじめに

下水道には、汚水と雨水を別々に収集し排除する分流式と、雨水と汚水あわせて収集・排除する合流式がある。我が国では、下水道に早くから着手した東京、大阪などの大都市を中心に全国 192 都市で合流式の下水道整備が進められ、整備人口は総人口の約 3 割となっている。しかし、合流式下水道の整備区域では雨天時に雨水と汚水が混合した下水の一部が未処理で河川や海域に放流されるため、未処理下水に含まれる汚濁負荷によって放流先の水質や生態系が損なわれ、さらには、公衆衛生上、この水域における水の利用者に対して好ましくない影響が及んでいることが懸念される。近年、下水道整備の進捗に伴い水域において一定の水質改善が進み、水辺などへの人々の回帰がみられており、このような中で合流式下水道から流出したとみられる白色固形物(オイルボール)の漂着等の社会問題が発生するなど、合流式下水道の問題点が顕在化しており、改善対策の推進について社会的に関心が高まってきた。

こうした状況を踏まえ、国土交通省では、合流式下水道からの雨天時放流水の実態把握や改善目標、改善対策のあり方について検討することを目的として、平成 13 年 6 月に「合流式下水道改善対策検討委員会」を設置した。同委員会では 5 回の審議を経て、平成 14 年 3 月に合流式下水道改善対策の「基本的な考え方」がとりまとめられた。本稿ではこの委員会提言を中心に、合流式下水道改善対策の経緯と今後の方向性、ならびに提言に盛り込まれた新しい考え方である雨天時放流水の管理指標について述べる。

2. 合流式下水道改善対策の経緯と現状

合流式下水道の改善目標等の経緯について図-1 に示す。昭和 45 年の下水道法改正により公共用水

域の水質保全が明確に打ち出されたことを受け、昭和 47 年改訂の「下水道施設設計指針」(日本下水道協会)において排除方式は原則として分流式とすると定められた。しかし、これはあくまで新設の場合であって、既に事業着手済みの区域では、そのまま合流式下水道として整備が進められた。昭和 57 年には「合流式下水道越流水対策と暫定指針」(日本下水道協会)が発刊され、はじめて具体的な改善目標と対策手法がとりまとめられた。その後、改善目標は「BOD で分流式下水道なみ」とされ、現在改善対策を実施中の多くの都市の改善目標となっている。なお、この「分流式下水道なみ」という改善目標は、その根拠を下水道システムの内的要因に求めていることが特徴で、諸外国では類例を見ないものである。

平成 13 年 6 月時点における合流式下水道を実施している 192 都市の改善対策実施状況は図-2 に示す通りであり、半数以上の都市が改善対策の実施はおろか改善計画すらもっていない状況にある。改善計画が策定されない大きな理由は、限られた

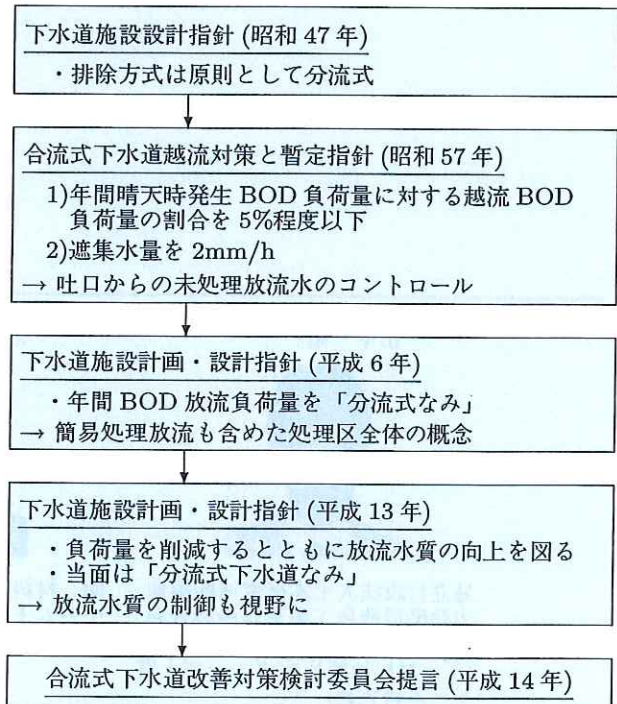


図-1 合流式下水道の改善目標等の経緯

Present status of Combined Sewer Overflow (CSO) and A New Evolution of CSO Control Strategy

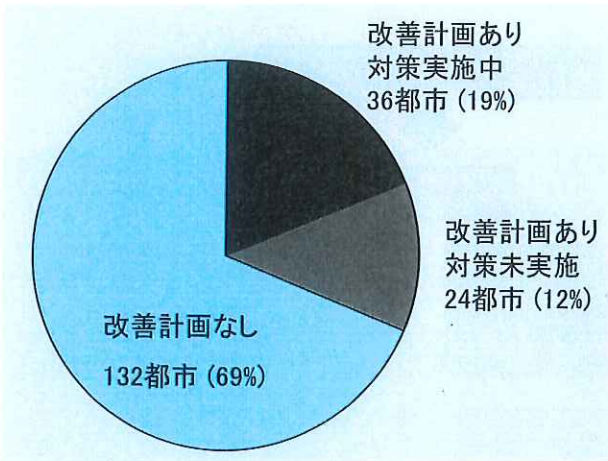


図-2 各都市の改善対策実施状況

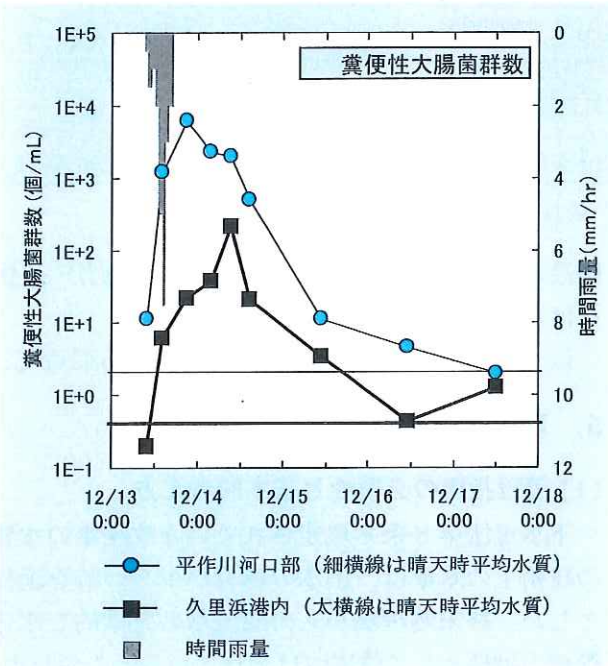


図-3 雨天時調査結果 (2001. 久里浜港)

財源の中で下水道未整備区域の解消等が合流式下水道改善対策より優先していることによる。さらに、前述の改善目標がいずれも技術指針類に盛り込まれた内容であり、法令上には何ら規定がなされていなかったことも要因の1つと考えられる。

3. 実態調査の実施

合流式下水道改善対策が進捗しないもう1つの要因は、水洗化を急ぐあまり雨天時放流水問題については次期の課題とされてきた面があり、雨天時における汚濁負荷流出の実態把握とその放流先での影響について、十分な調査がなされてこなかったことがあげられる。調査結果により雨天時放流水の問題を明らかにできなければ、法令上のルールがない中での事業の予算化は極めて困難で

あると考えざるを得ない。また当然の帰結として、雨天時放流水の問題は広く一般に認識されるところとはなっていない。

そこで国土交通省では、合流式下水道からの雨天時放流水や放流先水域における雨天時水質の実態を把握するため、前述の検討委員会の設置と並行して、全国13政令市および海上保安庁の協力の下、各都市2回の雨天時モニタリングを実施した。また、国総研は、神奈川県平作川・久里浜港において雨天時直営でモニタリングを実施した。これらのモニタリング調査では、関係機関が連携し調査を行いその結果を公表したこと、雨天時放流水に加え放流先水域を調査対象としたこと、公衆衛生上の観点から大腸菌群数、糞便性大腸菌群数を分析項目に含めたこと等において、前例のない、極めて画期的な調査であった。

調査結果のうち注目すべき点は、放流先が海域である場合の雨天時水質の影響継続時間である。CODに関しては、雨天時の影響がほとんど現れなかったのに対し、大腸菌群数の場合は、48時間以上経過しても晴天時水質まで回復しない事例がみられた(図-3)。放流先が水浴場等の親水的な利用形態である場合には、公衆衛生上の観点から改善対策が急務であることが、今回の調査により改めて裏付けられたといえる。

4. 検討委員会の提言

検討委員会では雨天時モニタリング結果を踏まえ、今後の合流式下水道の改善対策について「基本的な考え方」がとりまとめられた。以下に要点を示す。

(1) 改善目標に関する事項

改善目標を「長期的な目標」と「当面の目標」の2段階とし、当面の改善目標についてはこれを概ね10年以内で達成することとした。(段階的な目標設定と改善効果の早期発現)

長期的には、未処理の雨天時放流を極力抑制するため、汚水と雨水を分離する「雨の管理」を行うことを目標とする。すなわち合流式下水道の分流化やオンサイトの貯留浸透の積極的推進などである。

当面は、長期的な目標を踏まえつつ緊急性や効率性の高い事業を優先的に実施することとし、合流式下水道を有する全ての都市において、以下の

3つの項目について目標を設定する。

①汚濁負荷量の削減

(従来からの目標を継承)

合流式下水道から排出される年間 BOD 総量を分流式下水道以下にする。

②公衆衛生上の安全確保

(新規)

未処理下水の公共用水域への流出を大幅に削減するために排水施設やポンプ施設における全ての吐口において放流回数を半減する。

③きょう雑物の削減 (新規)

排水施設やポンプ施設における全ての吐口においてきょう雑物の流出を防止する。

水質保全を図ることが重要であり、かつ雨天時放流水により特に影響を受けやすい水域(重要影響水域：水道水の取水口が存在する、水浴場があるなど)においては、吐口の廃止・移動やポンプ施設における消毒の実施など、上記3項目にとらわれることなく対策の強化を検討する。

(2) 改善対策の推進に関する事項

当面の目標を達成するための道筋を示した合流改善計画を策定し、このうち施設の改善に係る事項については下水道法に定める事業計画に反映させ、速やかに対策に着手することとした(合流改善計画の法令上の位置づけの明確化)。

合流改善計画の策定にあたっては、下水道施設の現況、雨天時放流水の実態、放流先水域への影響を十分把握することとし(事前モニタリング)、また、改善対策の実施中および完了後においても、改善対策の実施や下水道施設の維持管理の実施による合流改善効果を把握するため、継続的に雨天時放流水のモニタリングを実施する(事後モニタリング)。あわせて、改善対策の実施により、当面の目標①に沿って雨天時に放流される汚濁負荷量が削減できているかどうか確認できる放流水の管理指標を新たに設定する必要がある(雨天時放流水の管理指標)。

モニタリング結果や改善対策の進捗状況等の情報については、流域住民その他の関係者に対する情報提供に努めるとともに、各戸での貯留・浸透

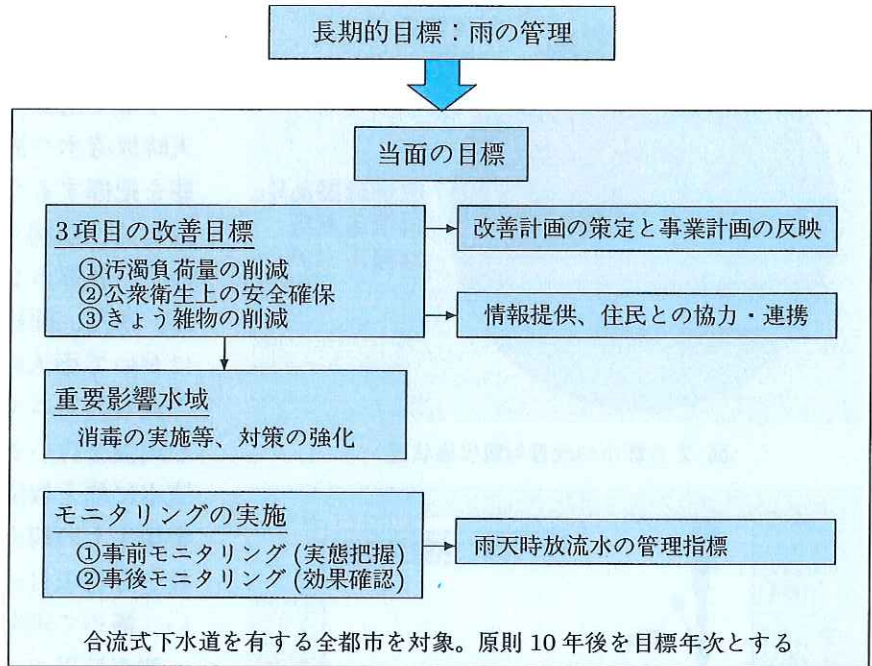


図-4 委員会提言「基本的考え方」の要点

施設の設置、市街地における清掃等、協力・連携をはたらきかける。

以上の内容を図示すると、図-4のようになる。

5. 雨天時放流水の管理指標

(1) 管理指標の必要性と基本的考え方

下水道法第8条で規定されている放流水の水質の技術上の基準は、雨水の影響が少ない時を前提とした、終末処理場からの放流水の定常的な水質管理の指標として位置づけられている。このため、合流式下水道において、改善対策の実施により当面の目標に沿って放流汚濁負荷量が削減されているか確認するためには、新たな管理指標が必要となる。

管理指標の策定にあたっては次のような観点に留意する必要がある。

- ・ 当面の目標は汚濁負荷量の削減であり、放流水の瞬間的な最大濃度の制御ではない。
- ・ 雨天時放流は急激な水量・水質変動を伴う非常現象であり、こうした状況でもモニタリング結果から施設の機能を確認しうる指標であることが必要。
- ・ 全ての吐き口、全ての降雨を対象としてモニタリングを実施することは実務上不可能である。これらを踏まえ、雨天時放流水に関する新たな管理指標の基本的考え方は以下の通りとする。

- ・管理指標として、放流汚濁負荷量を降雨時の下水量により標準化した平均水質を用いる。
- ・管理指標の評価項目は BOD とする。
- ・モニタリングは処理区単位で行うことを原則とし、対象とする放流水は高級処理水、簡易処理水、代表的な吐口からの未処理放流水の3種類とする。

(2) 検定値および基準値の考え方

検定のためのモニタリングは、降雨の影響の多い時(簡易処理放流が行われている時間内)において、合流式下水道から放流される汚濁負荷量を、当該下水道に降雨時に流入する総下水量で除した数値(平均水質)により行うものとする。モニタリングは、検定対象降雨(後述)に対して複数回行うものとし、検定値はこれらの平均水質の加重平均値とする。

各モニタリング毎の平均水質 C は、以下の式により算出することが考えられる。

$$C = (C_1Q_1 + C_2Q_2 + C_3Q_3 + C_4Q_4) / (Q_1 + Q_5)$$

- C_1 : 高級処理水の平均水質(簡易処理時間内)
- C_2 : 簡易処理水の平均水質(簡易処理時間内)
- C_3 : 代表的な吐口からの未処理放流水の平均水質(未処理放流時間内)
- C_4 : 雨天時に貯留した下水を晴天時に高級処

理した時の平均水質

- Q_1 : 高級処理水の総放流量(簡易処理時間内の流量の積算値)
- Q_2 : 簡易処理水の総放流量(簡易処理時間内の流量の積算値)
- Q_3 : 未処理放流水の総放流量(対象処理区全体の総放流量)
- Q_4 : 貯留した下水のうち晴天時に高級処理された総水量
- Q_5 : 下水道に流入する雨水の総水量

一方、この検定値に対する基準値は、降雨の影響の多い時において、合流式下水道を分流式に置き換えた場合に放流される汚濁負荷量を、当該下水道に降雨時に流入する総下水量で除した数値により設定する。ただし、合流式下水道からの雨天時放流水の水量・汚濁負荷量は、降雨ごと、地域ごとに大きく変動することから、基準値の設定にあたってはこれを十分考慮する必要がある。

基準値 C_0 は、以下の式により算出することが考えられる。

$$C_0 = (C_1Q_1 + C_5Q_5) / (Q_1 + Q_5)$$

- C_1 : 分流式下水道に置き換えた場合の高級処理水の平均水質(雨天時)
- C_5 : 分流式下水道に置き換えた場合の雨水管

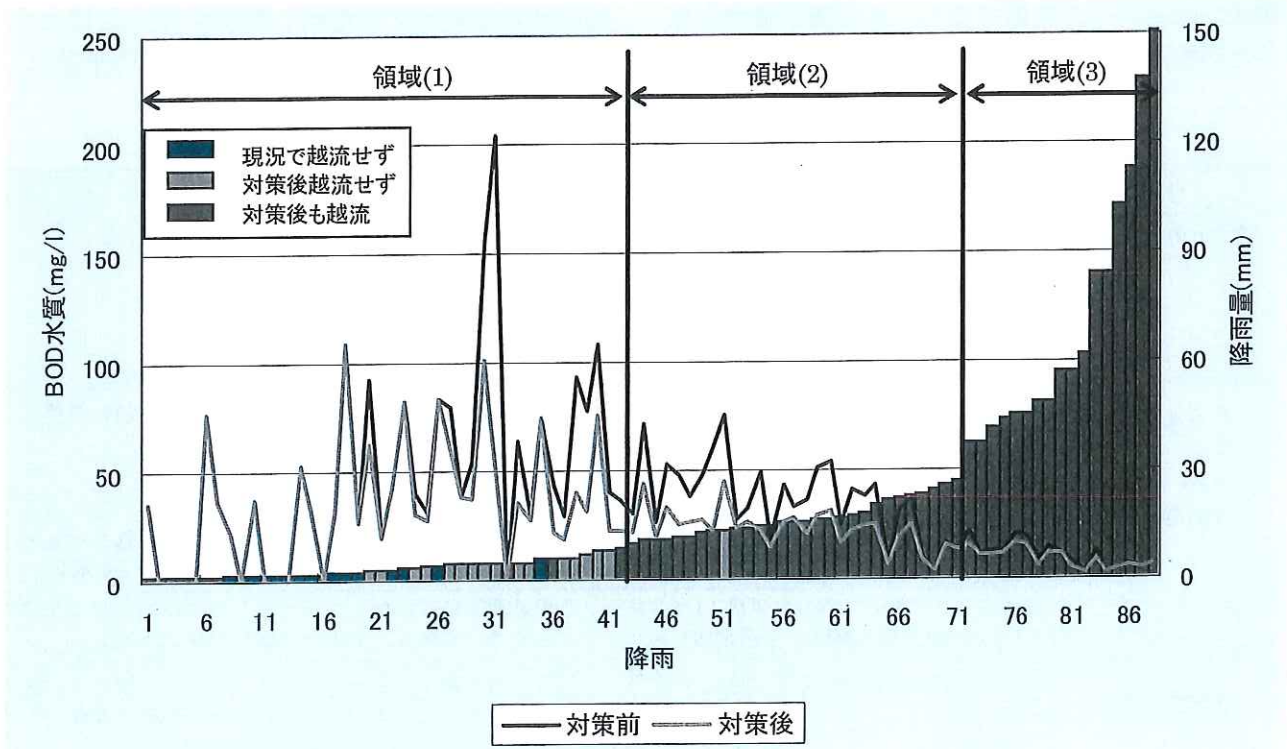


図-5 モデル都市におけるシミュレーション結果

からの放流水の平均水質

Q₁ : 分流式下水道に置き換えた場合の高級処理水の総放流量 (雨天時の流量の積算値)

Q₅ : 下水道に流入する雨水の総水量

(3) 検定対象降雨の考え方

合流式下水道の雨天時放流は非定常な現象であるが、検定対象とする降雨を限定することにより、検定値の雨天時の変動による影響を小さくすることが可能である。対象降雨の範囲の限定にあたっては、次のような観点を考慮する必要がある。

- ・ 改善対策の効果が明確に現れる降雨規模であること
- ・ 対象となる降雨回数がある程度確保されていること
- ・ 改善対策完了後であっても未処理放流の生じる規模であること
- ・ 採水が実務上困難な規模の降雨は除外すること (浸水に備えた職員配備への支障等)

国総研では、モデル都市におけるシミュレーションを行い、各降雨毎の平均水質 C を改善対策の前後でそれぞれ算定した結果を図-5 に示す。総降雨量が 10mm 以下の降雨 (領域 1) では、対策後に未処理放流が概ね解消されてしまうこと、総降雨量が 30mm 以上の降雨 (領域 3) では、対策の前後で改善効果が明確でなく、また降雨量が大きいため採水が実務上困難となる場合が含まれると

考えられる。これに対して総降雨量が 10~30mm の降雨 (領域 2) では、対策後に平均水質が向上し、また未処理放流も生じる規模であることから、検定対象降雨としてふさわしい降雨規模であると考えられる。

以上の結果から、検定対象とする降雨は、総降雨量が 10~30mm 程度の降雨とすることが適切である。

6. おわりに

以上、検討委員会の提言を中心に、今後の合流式下水道改善対策の方向性について述べてきた。合流式下水道改善対策を中心とした雨天時水質対策については、平成 14 年 5 月の下水道政策研究委員会報告においても下水道に期待される 8 つの施策のうちの 1 つとして明確に位置づけられたところであり、検討委員会の提言を画餅にすることのないよう、国土交通省では表-1 に示すような制度群を立ち上げ、改善対策を強力に推進していくこととしている。

既に述べた通り、合流式下水道からの雨天時放流水質の実態やその放流先での影響については、これまで調査事例が少なく不明確な部分が多かったが、全国的な改善対策の実施により数多くのモニタリング調査が期待される場所である。今後はこれらのデータを蓄積し解析することにより、雨天時における水環境中での汚濁物質の挙動に

表-1 国等が実施または作業中の改善対策推進のための制度

分類	事項	状況	概要
法令上の位置づけ	政令等の策定・改定	作業中	<ul style="list-style-type: none"> ・ 合流式下水道が備えるべき構造の基準 ・ 合流式下水道の認可基準 ・ 雨天時放流水の管理基準 ・ 雨天時放流水の水質検査規定 など
事業実施支援	合流式下水道緊急改善事業の創設	平成 14 年 5 月 実施要領通知 7 月運用通知	改善対策を緊急的に実施するため、実施要領の要件に合致する施設については補助対象範囲を拡大。
計画策定支援	合流式下水道改善対策指針と解説 (日本下水道協会)	平成 14 年 6 月 発行	合流式下水道越流水対策と暫定指針 (昭和 57 年) の改訂版。検討委員会の提言を踏まえ、これに大都市や欧米で蓄積されてきた知見等を加えて計画策定手法を解説。
	モニタリング手引き (案) (下水道新技術推進機構)	平成 14 年 3 月 (暫定版)	改善計画策定にあたって必要となる事前モニタリングの手法について解説。年度内に改訂版を発行予定。
技術開発推進	新たな下水道技術開発プロジェクト : SPIRIT21	平成 14 年 1 月 記者発表 3 月第 1 回委員会 7 月第 2 回委員会	産官学の適切な役割分担のもと、総合的・重点的に技術開発を短期的に進める新たな仕組み。最初の課題として 27 の合流式下水道改善対策技術を取りあげる。

ついて明らかにしていくとともに、改善対策や改善目標の考え方についても最新の知見に基づき適宜見直していくことが必要である。

参考文献

- 1) 合流式下水道の改善対策に関する調査報告書—合流式下水道改善対策検討委員会報告—, 国土交通省都市・地域整備局下水道部, 財団法人下水道新技術推進機構, 平成 14 年 3 月.

那須 基*



国土交通省国土技術政策
総合研究所下水道部下水道
研究室主任研究官
Motoi NASU

森田 弘昭**



同 下水道研究室長, 工博
Dr. Hiroaki MORITA