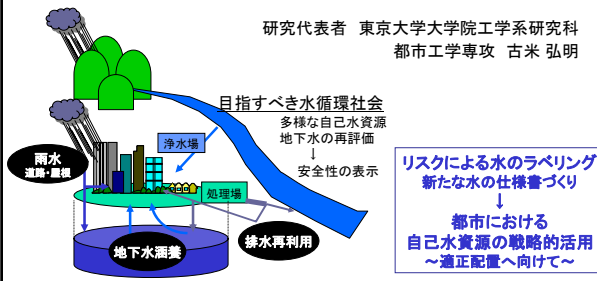
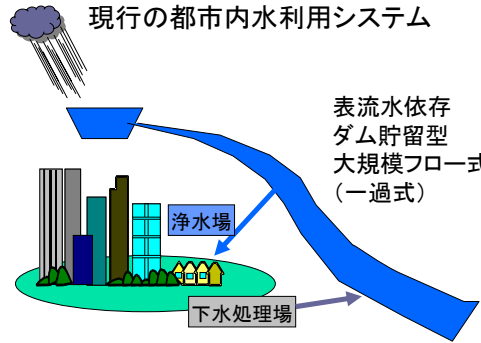


「リスク管理型都市水循環系の構造と機能の定量化」

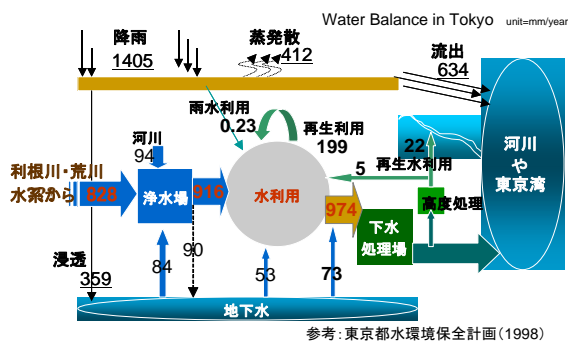
研究代表者 東京大学大学院工学系研究科
都市工学専攻 古米 弘明



従来型水資源開発と 現行の都市内水利用システム



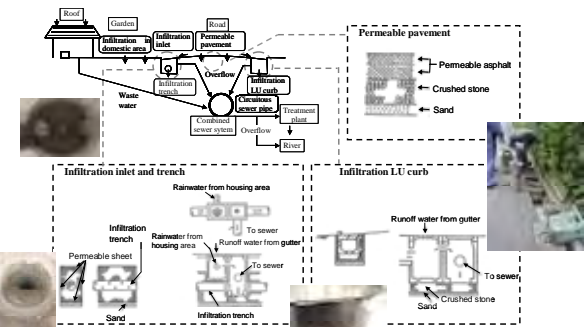
東京の水収支と水利用



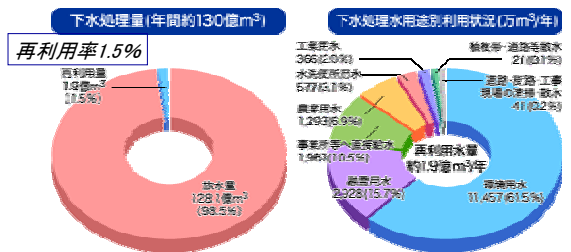
雨水利用(国技館、東京ドーム)



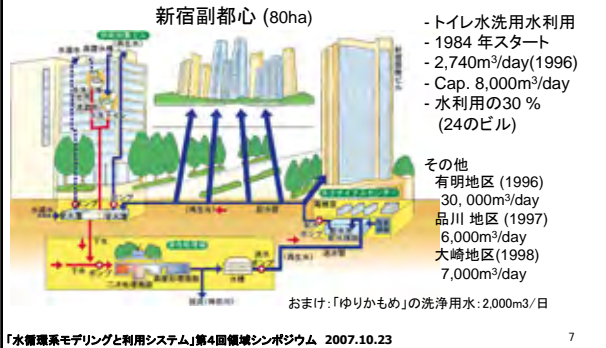
雨水流出抑制型下水道システム(練馬・板橋)



下水処理水の有効利用



再生水利用の一例 5mm/year — 雑用水利用 —



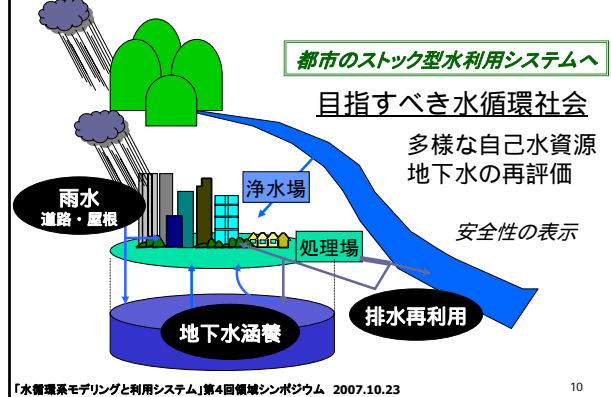
再生水利用 22mm/year 環境・修景用水利用



都市のストック型水利用システムの研究

- 流域圏外のダム湖からの水の導入に依存した都市水利用システムには限界があり、“持続可能な”水資源の確保、健全な水循環や水域生態系保全の観点から、都市域における雨水・涵養地下水利用や排水再利用に多くの期待が寄せられる。
- 都市固有の自己水源には、多種多様なリスクを考慮する必要があるため、望ましい都市水循環系の構築にはそれらの水質リスクを理解して、それを管理・制御することが求められる。

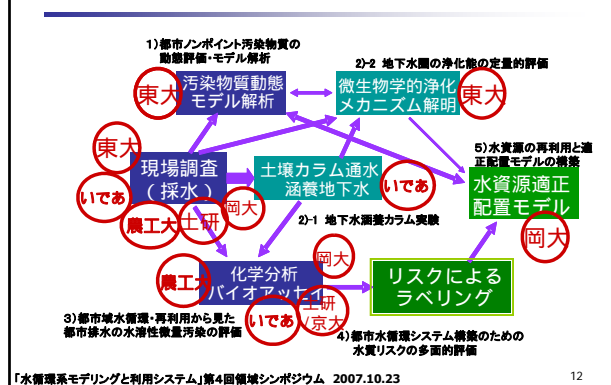
持続性を考慮した都市水循環と水利用



研究項目

- 1) 都市ノンポイント汚染物質の動態評価・モデル解析 (東京大学グループ)
- 2) 地下水圏の浄化能を考慮した地下水の適正利用手法の開発 (東京大学&いであグループ)
- 3) 都市域水循環・再利用から見た都市排水の水溶性微量汚染の評価 (東京農工大学グループ)
- 4) 都市水循環システム構築のための水質リスクの多面的評価 (土木研究所・京都大学グループ)
- 5) 水資源の再利用と適正配置モデルの構築 (岡山大学グループ)

研究の進め方とグループ相互関係



アプローチとアウトプット

- ・表流水依存の一過型都市水利用システムの限界
- ・都市内の自己水資源を生かした水循環社会へ
→ 雨水・涵養地下水利用や排水再利用に期待
→ その質、リスクは？

多様な都市水資源の安全性をマトリックス表示

「都市自己水資源の利用のための新たな水質リスク評価の考え方」

都市において利用可能な水資源に関する「リスクのラベリング」情報の提示

→ 都市域自己水資源の戦略的活用の提案へ

建築物衛生法のなかで定められる建築物環境衛生管理基準(2003年4月)

雑用水を供給する場合の必要な措置として水質基準

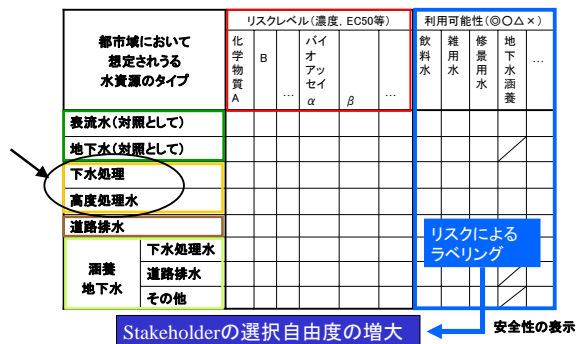
項目	水洗便所用水	散水用水	修景用水	清掃用水
原水	-	し尿を含む水を原水として用いないこと		
pH値	5.8以上8.6以下			
臭気	異常でないこと			
外観	ほとんど無色透明であること			
大腸菌群	検出されないこと			
濁度	-	2度以下		
遊離残留塩素(結合残留塩素)	給水栓の水で0.1mg/L以上 (0.4mg/L以上)			

下水処理水再利用に関する技術上の基準(抜粋)

「下水処理水の再利用水質基準等マニュアル」(平成17年4月)

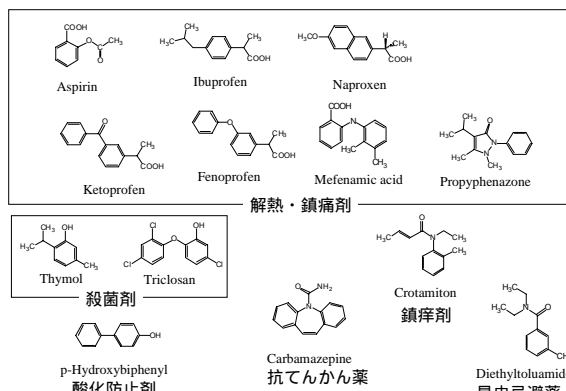
	基準適用箇所	水洗用水	散水用水	修景用水	親水用水
大腸菌	再生処理施設 出口	不検出 ¹⁾	不検出 ¹⁾	備考参照 ¹⁾	不検出 ¹⁾
外観		不快でないこと			
濁度		2度以下(管理目標値)			
色度		-	-	40度以下	10度以下
臭気	不快でないこと				
pH	5.8~8.6				
残留塩素(管理目標値)	責任分界点	遊離塩素 0.1mg/L又は 結合塩素 0.4 mg/L	遊離塩素 0.1mg/L又は 結合塩素 0.4 mg/L ²⁾		遊離塩素 0.1mg/L又は 結合塩素 0.4 mg/L ²⁾
施設基準		砂ろ過施設 又は 同等以上	砂ろ過施設 又は 同等以上	砂ろ過施設 又は 同等以上	凝集沈殿+砂ろ過又は 同等以上
備考		1)検水量 100ml	1)検水量100ml 2)消毒の残留効果 が必要ない場 合には適用しない	1)暫定的に現行 基準(大腸菌群 数10CFU/mLを 使用)	1)検水量100ml 2)消毒の残留効果 が必要ない場 合には適用しない

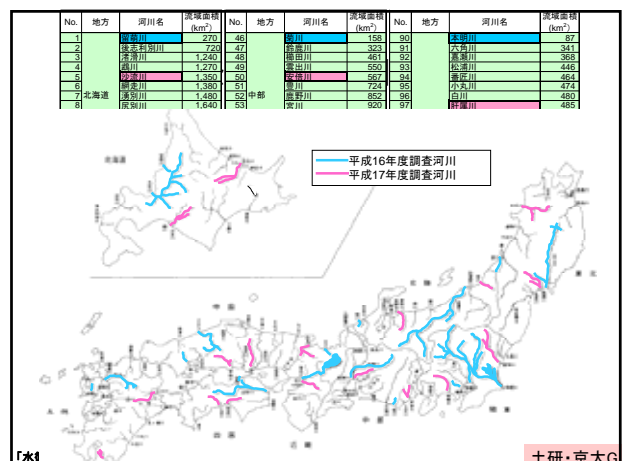
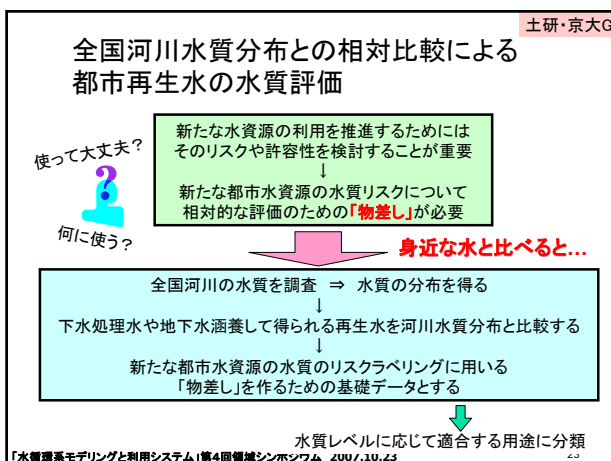
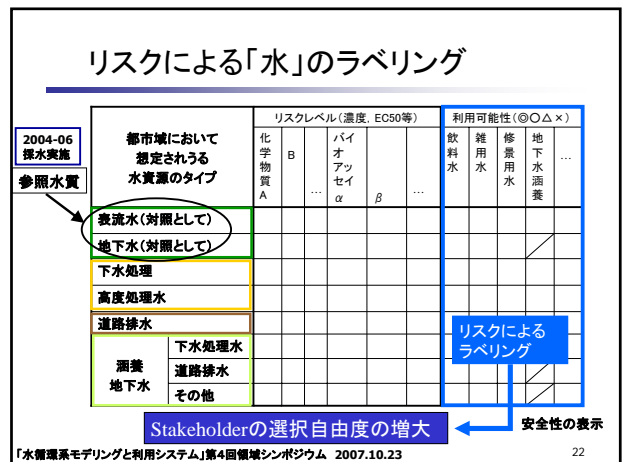
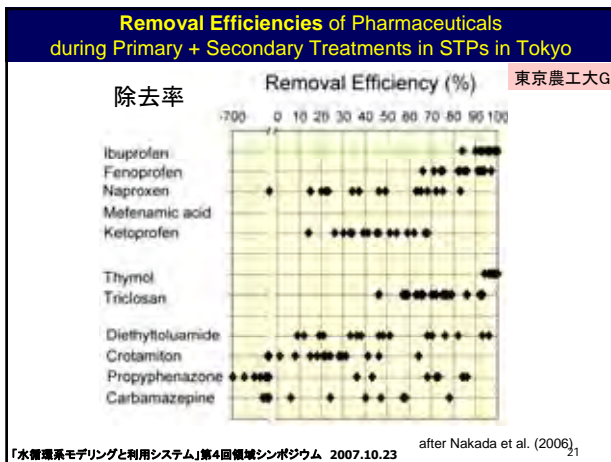
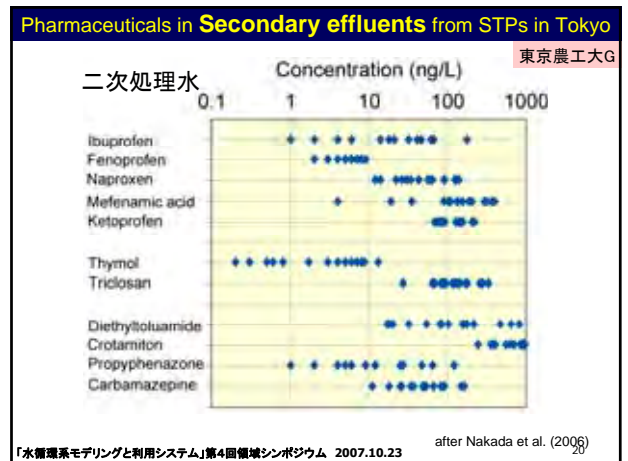
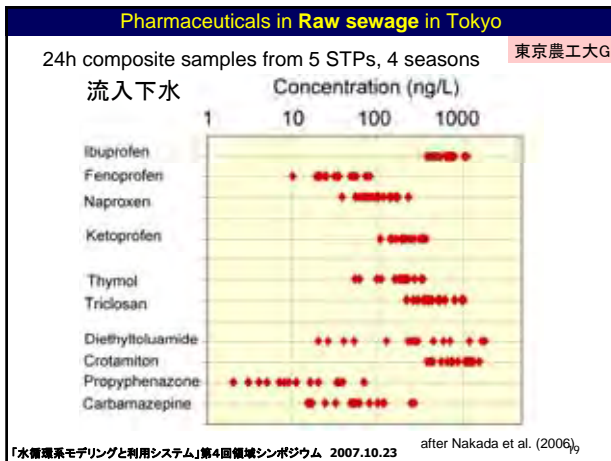
リスクによる「水」のラベリング



After Schiermeier (2003) Nature vol. 424, July 3

医薬品起源化学物質 GC-MS成分





水質リスクの多面的センシング

土研・京大G
いであ
東京農工大

化学分析

BOD, COD, TOC, TN, TP, NH4-N, NO2-N, NO3-N, PO4-P, SS etc

ハイオックスイ

Cu, Zn, Ni, Mn etc

水質リスク

アルキルフェノール類
ビスフェノールA
女性ホルモン類

解熱・鎮痛剤: Aspirin, Ibuprofen, Fenoprofen, Naproxen, Ketoprofen, Mefenamic acid, Propyphenazone
抗てんかん薬: Carbamazepine
殺菌剤: Thymol, Triclosan
鎮痙剤: Crotamiton
昆虫忌避薬: Diethyltoluamide
酸化防止剤: p-Hydroxybiphenyl
血圧降下剤: Rescinnamine, Reserpine, Hydralazine HCl (1-Phthalazinylhydrazine Hydrochloride), Todalazine, Methyldopa (2-methyl-3-(3,4-dihydroxyphenyl)-DL-alanine)
血管拡張剤: Dipyridamol, Verapamil, Nifedipine

物質の特定に有効
従来項目
重金属
環境ホルモン
医薬品など

「水」

水質リスクの多面的センシング

土研・京大G
岡山
長岡技科大

バイオアッセイ

未知・既知を含めて
水質リスクを
包括的に評価可能

化学分析

・バクテリア (Microtox)

・藻類 (Selenastrum)
AGP増殖性
増殖阻害性

・ミジンコ遊泳阻害性

・メダカ (胚, 成魚?)

・細胞レベル (肝細胞)
酵素活性 (EROD, PROD)

・遺伝子組み換え酵母
エストロゲン活性

・遺伝子損傷性
Amesテスト


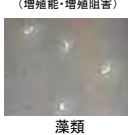

「水質リスクモデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23

バイオアッセイによる評価

土研・京大G

- 個別の物質濃度ではなく、様々な物質の混合物である環境水を総合的に評価できる
- 汚染物質のリスクを毒性として具体的、直感的に表現できる
- 複数の生物種による試験によって、生物種ごとの各物質に対する影響の違いを把握できる

バイオアッセイに用いる生物の例

発光細菌 <i>Vibrio fischeri</i>	緑藻 <i>Selenastrum capricornutum</i> (増殖能・増殖阻害)	アフリカツマガエル	遺伝子組み換え酵母
 細菌 (マイクロトックス測定機)	 藻類 (一次生産者)	 脊椎動物 (高次消費者)	 高-低 エストロゲン様活性
		正常	培養前
		奇形	培養後

「水質リスクモデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23

全国河川と選択河川の水質分布比較

土研・京大G

流域面積から選定した河川の水質分布
全国の分布とほぼ一致した

全国データの得られない項目についても限られたデータから分布を推定できる
"物差し"として使える

「水質リスクモデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23

リスクによる「水」のラベリング

都市域において 想定される 水資源のタイプ	リスクレベル(濃度, EC50等)					利用可能性(◎○△×)				
	化学物質	B	バイオアッセイ	α	β	飲料水	雑用水	修景用水	地下水涵養	...
表流水(対照として)										
地下水(対照として)										
下水処理										
高度処理水										
道路排水										
2004-05 カラム実験										
灌漑										
地下水										
2006 カラム実験										
下水処理水										
道路排水										
その他										

リスクによるラベリング

Stakeholderの選択自由度の増大

安全性の表示

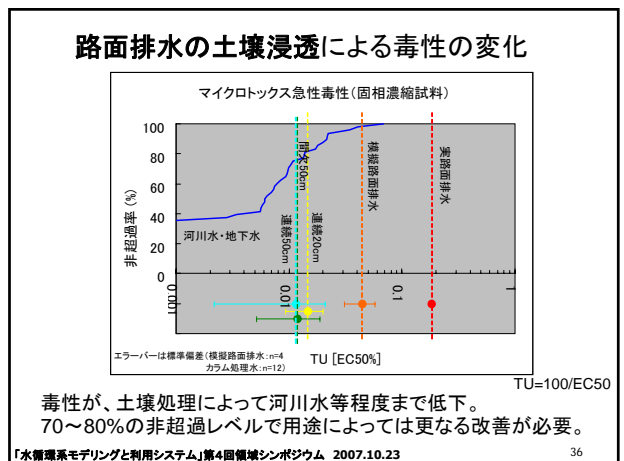
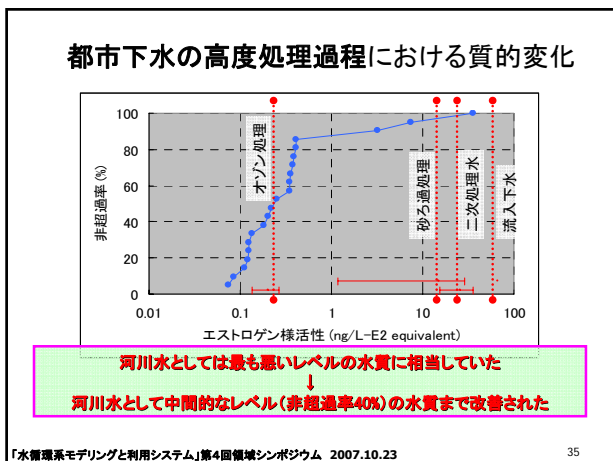
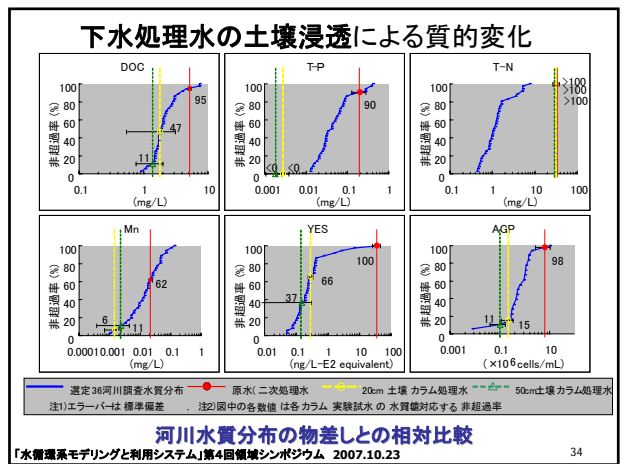
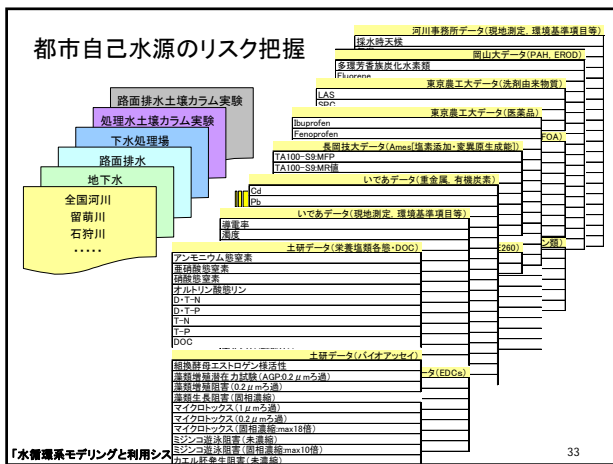
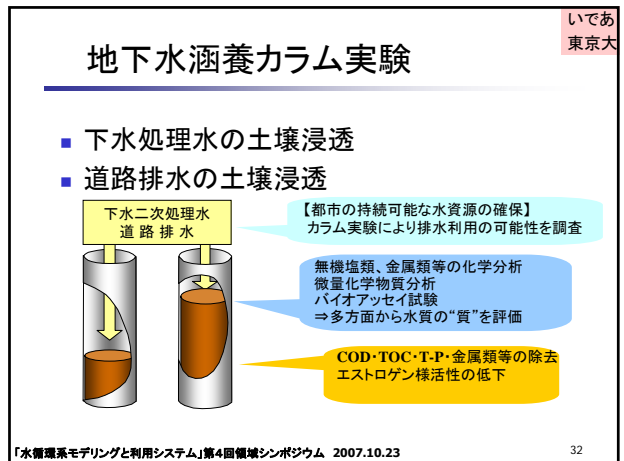
「水質リスクモデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23

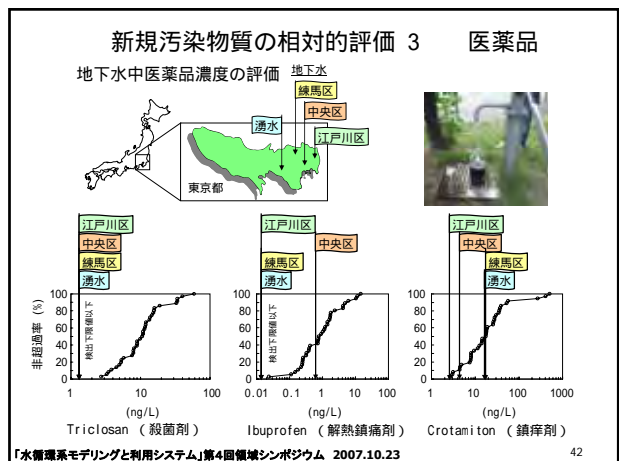
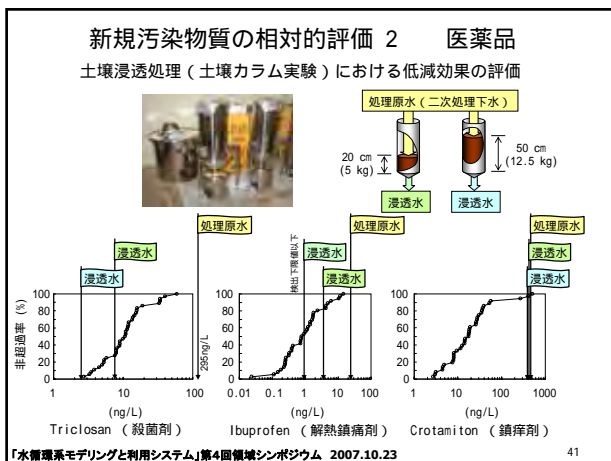
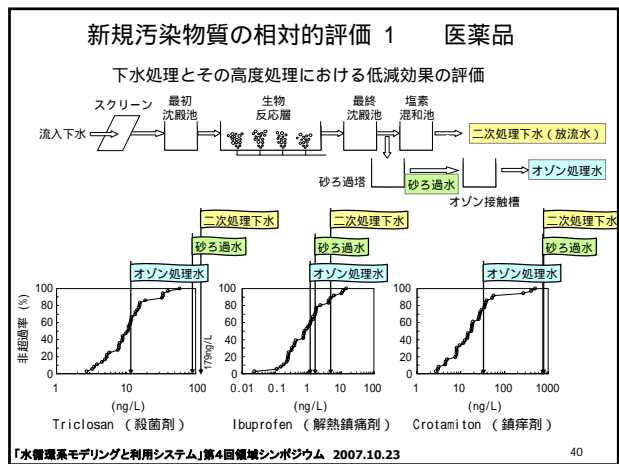
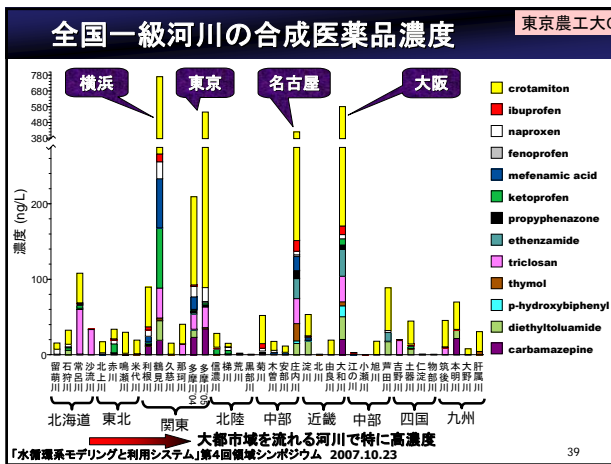
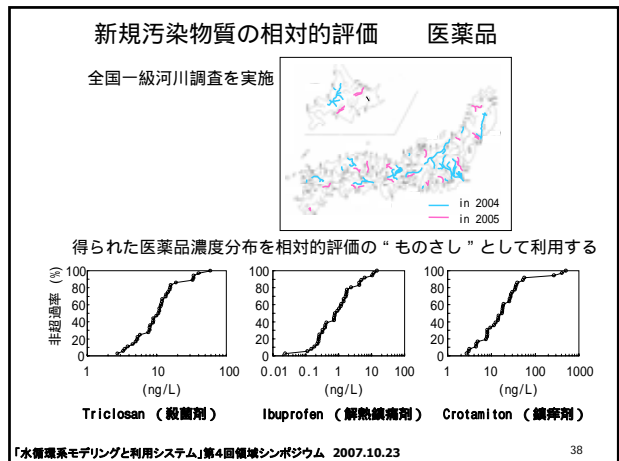
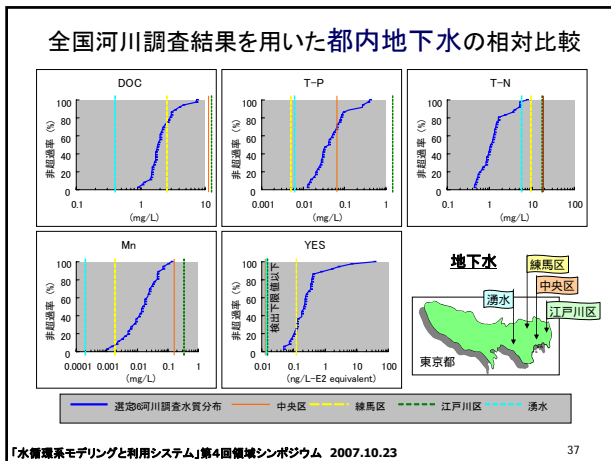
地下水涵養を想定したカラム実験

いであ
東京大

雨水浸透マス

「水質リスクモデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23





都市水源・再生水利用におけるリスクによる「水」のラベリング

都市域において想定される水資源のタイプ	実測値(濃度, EC50等)					利用可能性(◎○△×)				
	化学物質A	化学物質B	化学物質C	バイオアッセイα	バイオアッセイβ	飲料水	雑用水	修業用水	地下水活葉	...
表流水(対照として)						◎	◎	◎	◎	◎
地下水(対照として)						◎	◎	◎	◎	◎
下水処理水						◎	◎	◎	◎	◎
高度処理水						◎	◎	◎	◎	◎
道路排水						◎	◎	◎	◎	◎
下水処理水						◎	◎	◎	◎	◎
道路排水						◎	◎	◎	◎	◎
その他						◎	◎	◎	◎	◎

リスクの種類によるラベリング

Stakeholderの選択自由度の増大

安全性の表示

「水循環モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 43

スコアリング、ラベリング、ランキングの概念

岡山大G 出典:東京水道局

Step 1. スコアリング = 点数化
科学的根拠から各観点(毒性・快適性・水域保全等)に基づく安全・監視・対応域を個別設定し測定値を点数化
>測定値のもつ意味を明確化

Step 2. ラベリング = 特性化
各観点から軸を設定し、関連項目のスコアリング結果からスパイダーチャートを提示
>水の特性を明示

Step 3. ランキング 判定根拠を明記
再利用の用途に合わせて各軸の必要要件を提示
>消費者の要求・状況に応じたランク判定

直接利用 簡易処理後の利用 土壤浸透後の利用

情報不足 ↑ ↓ ○ or ×??

「水循環モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 44

Step1 スコアリングの考え方 点数化

岡山大G

①絶対的
測定値について各種基準値を考慮、科学的に意味づけしたスコア化法を提示。
>基準の項目と値の設定根拠
>バイオアッセイについては生物学的・生態学的現象

科学的根拠と妥当性の検証
全国都市一級河川実測データとスコア切り値(例:マンガン)

3つのスコアを判定
・安全
・監視
・対応

各河川の利用実態からの妥当性・説得性検証

②相対的
全国都市河川42データからの非超過率
>実際の許容水質のスコアの分布

たとえば水道水でのマンガン
水質基準項目(性状):0.05mg/L(黒水対策)
水質管理目標設定項目:0.01mg/L
EU指令:0.05mg/L
USEPA二次規制項目:0.05mg/L

「水循環モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 45

河川データスコアリング結果: 金属

岡山大G

元素分析結果: 科学的根拠と妥当性の検証

Cu: 対応域は水道水質基準 (着色<急性毒性):1mg/L
監視域は浄水実測値で設定:0.02mg/L

Mn: 対応域は水道水質基準 (着色<急性・慢性毒性):0.05mg/L
監視域は水道水質基準(旧管理目標)0.01mg/L

Zn: 対応域は環境基準・水生生物考慮
→注:ヒト毒性や着色を根拠とする場合は別スコア

「水循環モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 46

河川データスコアリング結果 元素分析_トライアルVer.

岡山大G

項目 (mg/L)	都市河川水データ 非超過率(%)							スコア区切り値		スコアリング根拠
	0 (min)	20	40	60	80	100 (max)	安全域	対応域		
マグネシウム	1.1	1.4	1.8	2.4	3.2	4.2	18<	<6	18<	水道水質基準の硬度換算・快適項目
アルミニウム	0.008	0.019	0.043	0.099	0.23	0.52	<0.1	0.2<	0.2<	水道水質基準・着色考慮
クロム	0.0002	0.0003	0.0004	0.0007	0.0011	0.0017	<0.005	0.05<	0.05<	水道水質基準 六価クロムに準ずる
マンガン	0.0012	0.003	0.0074	0.018	0.046	0.11	<0.01	0.05<	0.05<	水道水質基準・快適項目
鉄	0.034	0.054	0.086	0.14	0.22	0.35	<0.1	0.3<	0.3<	水道水質基準・着色考慮
ニッケル	0.0002	0.0004	0.0009	0.0017	0.0032	0.0062	<0.005	0.01<	0.01<	管理目標暫定基準
銅	0.00042	0.00078	0.0014	0.0026	0.0047	0.0087	<0.02	1<	1<	水道水質基準・浄水実測値
亜鉛	0.0013	0.0026	0.0052	0.01	0.021	0.042	<0.01	0.03<	0.03<	環境基準・水生生物考慮
七色	0.0021	0.0031	0.0048	0.0073	0.011	0.017	<0.001	0.01<	0.01<	水道水質基準・環境基準
セレン	0.0002	0.0003	0.00045	0.00066	0.00098	0.0015	<0.001	0.01<	0.01<	水道水質基準・浄水実測値
カドミウム	0.00001	0.00002	0.00004	0.00007	0.00012	0.00021	<0.003	0.01<	0.01<	水道水質基準・W H O基準
アンチモン	0.00003	0.00007	0.00014	0.00031	0.00065	0.0014	<0.005	0.015<	0.015<	水道水質基準・EU基準
鉛	0.00008	0.00012	0.00022	0.00043	0.00083	0.0016	<0.001	0.01<	0.01<	水道水質基準・環境基準
モリブデン	0.0001	0.0002	0.0004	0.0008	0.0017	0.0035	<0.007	0.07<	0.07<	環境基準・栄養塩
バリウム	0.0038	0.0058	0.0087	0.013	0.019	0.029	<0.07	0.7<	0.7<	水道水質基準・管理目標項目・W H O基準
ベリリウム	1E-06	2E-06	5E-06	1.1E-05	2.2E-05	4.7E-05	<0.0004	0.004<	0.004<	EU基準・管理目標
コバルト	0.00002	0.00003	0.00006	0.00011	0.00019	0.00035	<0.002	0.02<	0.02<	オランダ国基準・実測値

「水循環モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 47

河川データスコアリング結果 有機物・栄養塩類_トライアルVer.

岡山大G

項目 (mg/L)	都市河川水データ 非超過率(%)							スコア区切り値		スコアリング根拠
	0 (min)	20	40	60	80	100 (max)	安全域	対応域		
TOC	1	1.5	2.1	3	4.3	6.2	<1.58	5<	6.2	水道水質基準 TOCに準ずる
D.O.C	0.93	1.3	1.9	2.7	3.9	5.6	<1.58	5<	6.2	TOCに準ずる
T-N	0.47	0.7	1	1.3	3.3	7.68	<0.1	1<	1<	(環境基準)
NH ₄ -N	0	0.01	0.02	0.04	0.1	2.04	<0.012	0.2<	0.2<	水道水質基準・快適項目
N ₂ -N	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.31	<0.005	0.05<	0.05<	水道水質基準・着色考慮
N ₃ -N	0.37	0.33	0.6	0.9	3	6.34	<0.5	10<	10<	管理目標暫定基準
N ₀ -N	0.04	0.33	0.6	0.9	3	6.66	<0.5	10<	10<	水道水質基準・浄水実測値
T-P	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.41	<0.005	0.1<	0.1<	環境基準・水生生物考慮
P _{0.4} -P	0	0	0.01	0.02	0.06	0.35	<0.005	0.1<	0.1<	水道水質基準・環境基準

毒性による窒素のスコアリングでは、都市部河川水はやや汚染されている
富栄養化の観点によるスコアリングも必要

「水循環モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 48

河川データスコアリング結果 EDCs とバイオアッセイ_トライアルVer.

岡山大G

安全域 (緑)
監視域 (黄)
対応域 (赤)

項目 (単位)	新市河川水データ						スコア区切り値		スコアリング根拠
	0 (min)	20	40	60	80	100 (max)	安全域	対応域	
17β-エストラジオール (ng/L)	0.01	0.03	0.09	0.29	0.89	2.8	<1	10<	魚類ホルモン誘導関連 安全係数
エストロン (ng/L)	0.02	0.07	0.27	1.1	4.2	16	<3	30<	
ビスフェノールA (μg/L)	0.001	0.003	0.007	0.016	0.035	0.079	<10	100<	
ノニルフェノール (μg/L)	0.013	0.026	0.053	0.11	0.22	0.45	<0.1	1<	
4-t-オクチルフェノール (μg/L)	4.00E-04	9.00E-04	0.002	0.005	0.011	0.025	<0.1	1<	
エストロゲン様活性 (ngL-Equivalent)	0.08	0.1	0.2	0.23	0.4	36.08	<1	10<	
MICROTOX(Tua)	-	-	0.005	0.008	0.013	0.069	<0.003	0.03<	USEPA 排水毒性基準
藻類増殖能(AGP [100cells/mL])	0.007	0.3	0.5	1	1.3	10.03	<20	200<	藍藻毒性物質産生閾値
Ames MP (net rev./L)	210	1310	2220	2760	3390	20200	<2000	6000<	浄水処理・水道水変異原生・実測値

「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 49

Step2 ラベリングの考え方

岡山大G

水質の特性化に必要な性状及び毒性を整理

- 着色・性状
- ヒト急性毒性
- 病原性
- ヒト慢性毒性
- 水生生物/水産保全
- 内分泌かく乱
- 富栄養化

複数の水質項目スコアリング結果の統合化

両者を組み合わせて特性化

- 藻類増殖能(AGP)
- 細菌急性毒性(マイクロトックス)
- エストロゲン様活性
- 遺伝子毒性(MFP)

総合的な指標となるバイオアッセイ結果

「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 50

スコアリング結果の統合化(ヒト慢性毒性の例)

岡山大G

水質項目・スコア	0点	1点	2点	3点	4点	5点
NO2-N (mg/L)	≤0.005	0.005-0.05	0.05-0.5	0.5-5	5-50	≥ 50
Cd (mg/L)	≤0.001	0.001-0.01	0.01-0.1	0.1-1	1-10	≥ 10
Pb (mg/L)	≤0.001	0.001-0.01	0.01-0.1	0.1-1	1-10	≥ 10
Ni (mg/L)	≤0.001	0.001-0.01	0.01-0.1	0.1-1	1-10	≥ 10
Se (mg/L)	≤0.001	0.001-0.01	0.01-0.1	0.1-1	1-10	≥ 10
Cr (mg/L)	≤0.005	0.005-0.05	0.05-0.5	0.5-5	5-50	≥ 50
As (mg/L)	≤0.001	0.001-0.01	0.01-0.1	0.1-1	1-10	≥ 10
Sb (mg/L)	≤0.0015	0.0015-0.015	0.015-0.15	0.15-1.5	1.5-15	≥ 15
B(a)P (μg/L)	≤0.07	0.07-0.7	0.7-7	7-70	70-700	≥ 700
PFOS (μg/L)	≤0.1	0.1-1	1-10	10-100	100-1000	≥ 1000
PFOA (μg/L)	≤0.004	0.004-0.04	0.04-0.4	0.4-4	4-40	≥ 40
Hg (mg/L)	≤0.0001	0.0001-0.001	0.001-0.01	0.01-0.1	0.1-1	≥ 1
F (mg/L)	≤0.08	0.08-0.8	0.8-8	8-80	80-800	≥ 800

11項目

未測定項目だが概念として考慮

水道水質基準などを根拠に設定

慢性毒性に関する平均スコアを算出(得点の総和÷11)

「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 51

スコアリング結果の統合化(水生生物・水産保全の例)

岡山大G

	0点	1点	2点	3点	4点	5点
NH4-N (mg/L)	≤0.02	0.02-0.2	0.2-2	2-20	20-200	≥ 200
Zn (mg/L)	≤0.003	0.003-0.03	0.03-0.3	0.3-3	3-30	≥ 30
Pharmaceutical (unit)*	≤ 0.1	0.1-1	1-10	10-100	100-1000	≥ 1000

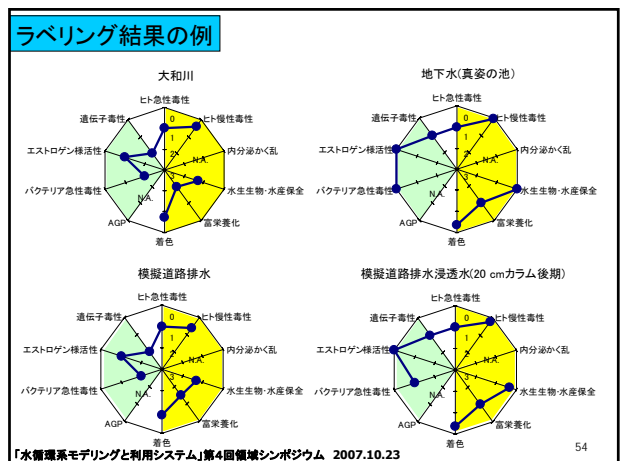
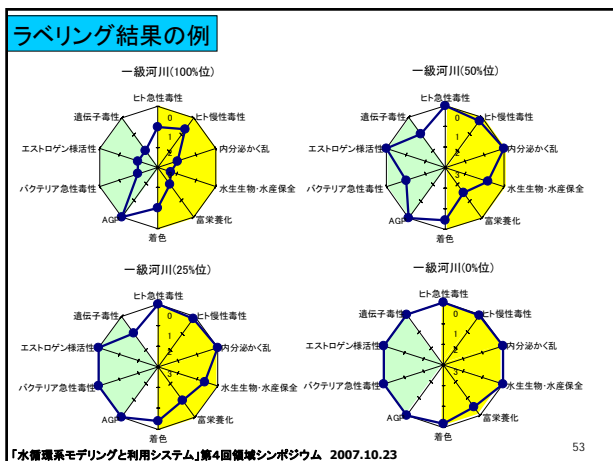
* Pharmaceuticals (unit) = Σ (試料濃度) / (判断基準値)

対象医薬品類: Ibuprofen, Fenoprofen, Naproxen, Mefenamic acid, Ketoprofen, Triclosan, Diethyltoluamide, Crodamitone, Ethenazamide, Carbamazepineの計10成分

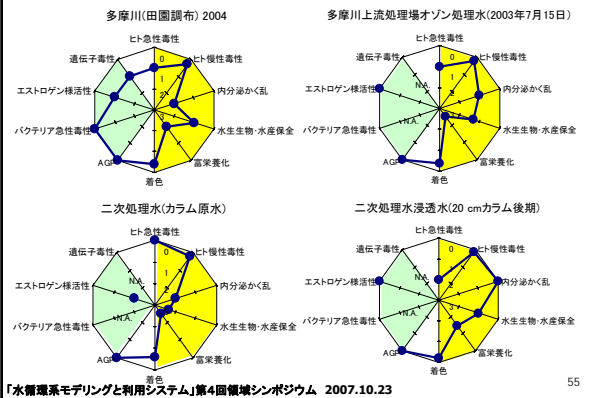
判断基準値: 藻類成長阻害を根拠に決定

水生生物・水産保全に関する平均スコアを算出

「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 52



ラベリング結果の例



Step3 ランキングの考え方

都市域における水利用用途

- 親水用水(生態系に配慮した用水路への影響無視)
- 親水用水(生態系に配慮した修景用水に使用)
- 散水・打ち水・人による洗車用水
- 水洗トイレ
- 工業用の洗車・冷却塔用水
- 道路散水(道路散水車による散水用水・都市ノンポイント対策散水)
- 修景用水(生態系保全:せせらぎなど)
- 修景用水(都市河川の維持用水)
- 修景用水(ビル街区内)
- 非常用生活用水
- 防火用水

曝露量の違いを考慮して用途別に補正係数を設定
⇒ラベリング結果(性状・毒性のスコア)を用途に応じて補正する

「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 56

用途別補正係数(1)の試案

水利用用途	親水用水(通常)	親水用水(生態系配慮)	散水・打ち水・人による洗車用水	水洗トイレ	工業用の洗車・冷却塔用水	道路散水
水質特性						
着色・性状	×1	×1	×10	×10	×10	×10
ヒト急性	×10	×10	×100	×100	×1000	×1000
ヒト慢性	×10	×10	×100	×100	×1000	×1000
水生生物	-	×10	-	-	-	-
内分泌かく乱	-	×10	-	-	-	-
富栄養化	×10	×10	-	-	-	-
AGP	×10	×10	-	-	-	-
バクテリア急性毒性	-	×10	-	-	-	-
エストロゲン様活性	-	×10	-	-	-	-
遺伝子毒性	-	-	-	-	-	-

- 考慮せず
※臭い・外観は不快でないことが条件。また、利用者の必要に応じて臭気強度を設定できる。
×1…スコアを補正しない ×10…スコアを1減らすことと同等
×100…スコアを2減らすことと同等 ×1000…スコアを3減らすことと同等

「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 57

用途別補正係数(2)の試案

水利用用途	修景用水(生態系保全:せせらぎなど)	修景用水(都市河川の維持用水)	修景用水(ビル街区内)	非常用生活用水	防火用水
水質特性					
着色・性状	×10	×10	×10	×1	×100
ヒト急性	×1000	×1000	×1000	×1	×100
ヒト慢性	×1000	×1000	×1000	×10	×100
水生生物	×1	-	-	-	-
内分泌かく乱	×1	-	-	-	-
富栄養化	×10	-	×10	-	-
AGP	×10	-	×10	-	-
バクテリア急性毒性	×1	-	-	-	-
エストロゲン様活性	×1	-	-	-	-
遺伝子毒性	-	-	-	×1	-

- 考慮せず
※臭い・外観は不快でないことが条件。また、利用者の必要に応じて臭気強度を設定できる。

×1…スコアを補正しない ×10…スコアを1減らすことと同等
×100…スコアを2減らすことと同等 ×1000…スコアを3減らすことと同等

「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 58

ランキング結果と選択判断の例

模擬道路排水浸透水(20 cmカラム)

	親水用水*	親水用水**	散水・打ち水・人による洗車用水	水洗トイレ	工業用洗車・冷却塔用水	道路散水	修景用水(生態系保全)	修景用水(都市河川維持用水)	修景用水(ビル街区内)	非常用生活用水	防火用水
着色・性状	0.38	0.38	0	0	0	0	0	0	0	0.38	0
ヒト急性	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ヒト慢性	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
水生生物	-	0	-	-	-	0.33	-	-	-	-	-
内分泌かく乱	-	N.A.	-	-	-	N.A.	-	-	-	-	-
富栄養化	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-	-
AGP	N.A.	N.A.	-	-	-	N.A.	-	N.A.	-	-	-
バクテリア	-	0	-	-	-	1	-	-	-	-	-
エストロゲン	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-
遺伝子毒性	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
道路排水浸透水 ユーザー判断例	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
ユーザー判断例											
ユーザー判断例											
ユーザー判断例											
ユーザー判断例											

* 通常の親水用水
** 生態系に配慮した修景用水に使用

用途別の選択判断マトリックスの例

水利用用途	親水用水(通常)	親水用水*	散水・打ち水・人による洗車用水	水洗トイレ	工業用洗車・冷却塔用水	道路散水	修景用水(生態系保全)	修景用水(都市河川維持用水)	修景用水(ビル街区内)	非常用生活用水	防火用水
多摩川(下流)	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎
大和川	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎
一級河川(100%位)	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎
一級河川(50%位)	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎
一級河川(0%位)	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎
真砂の池	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎
道路排水	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎
模擬道路排水	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎
模擬道路排水浸透水	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎
二次処理水(カラム原水)	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	◎
二次処理水浸透水	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎
オゾン処理水	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	◎

* 生態系に配慮した修景用水にも使用

都市自己水源の有効利用の検討 岡山大G

地下水涵養、雨水・下水再生水の利用の両観点から、流域内での適切な水資源配置について検討する。

- 雨水浸透に及ぼす影響や浸透施設の導入効果を明らかにする。
⇒ 地下水涵養を通じたストック型水利用システムを想定した場合の活動特性ごとの位置づけを明確にする。
- 雑用水利用のみに留まらず、**親水・修景用水や打ち水用水の水利用用途**についても検討する。
- 様々な建物内の利用用途ごとに細分化して、雨水・下水再生水の**要求水質レベルごとの可能供給量および潜在需要量**を算出する。
⇒ 都市内自己水源(雨水・下水再生水)を対象とした水資源配置を検討する際の定量的な検討資料を活動特性ごとに供給および需要側から明示する。

「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 61

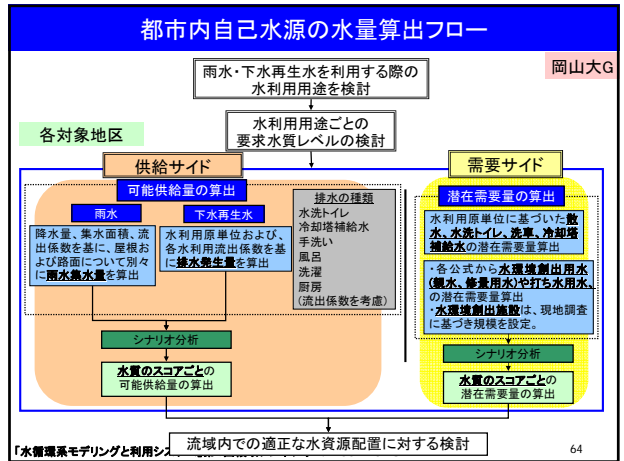
検討例 対象の流域および地区 岡山大G

「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 62

都市内自己水源の利用を想定した場合の活動特性からみた水利用用途ごとの必要性 岡山大G

水利用用途	各水利用用途の必要性				
	住居系地区 (戸建住宅)	住居系地区 (集合住宅)	商業・業務系 地区	大規模公園 地区	用途混在 地区
親水用水	-	-	-	-	-
散水用水	-	-	-	-	-
水洗トイレ用水	-	-	-	-	-
洗車用水	-	-	-	-	-
冷却塔補給水	-	-	-	-	-
打ち水用水	-	-	-	-	-
修景用水	-	-	-	-	-
非常用水 (分析対象外)	-	-	-	-	-
消火用水 (分析対象外)	-	-	-	-	-

「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 63



水量計算例 岡山大G

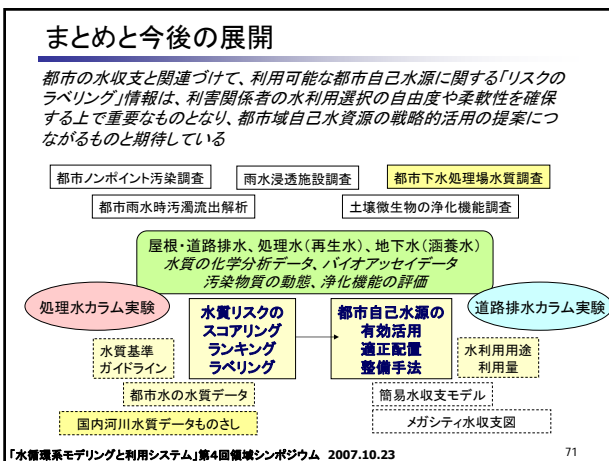
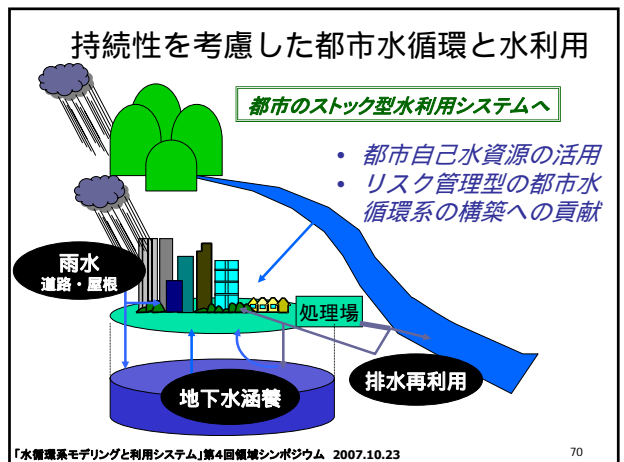
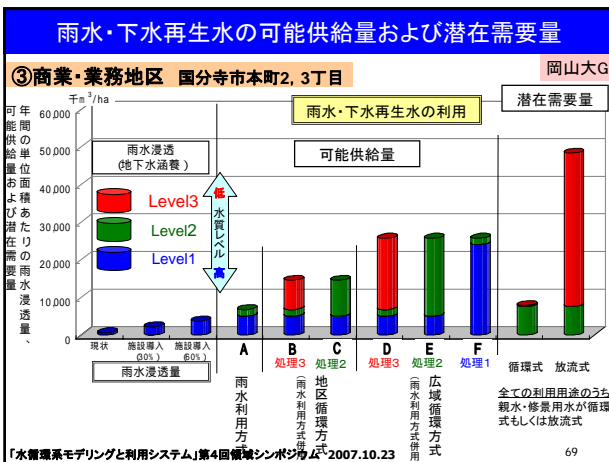
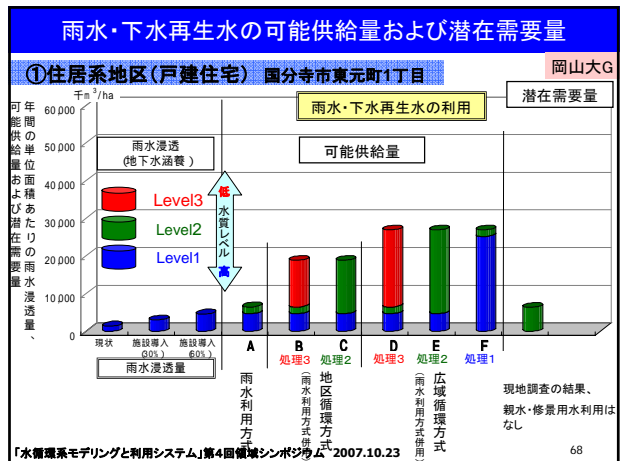
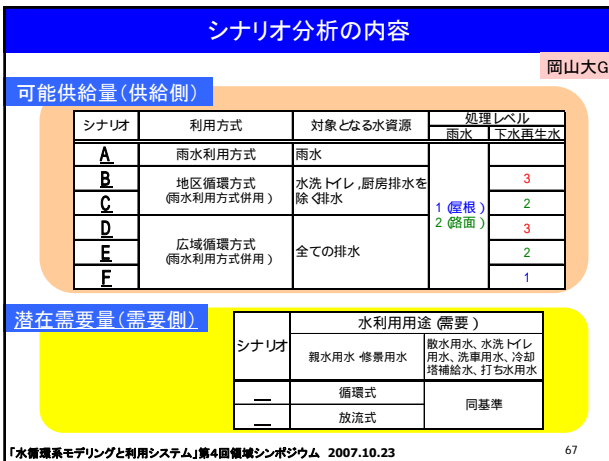
- 土地利用別: 建物用途および公園等11区分
- 水利用用途別: EX.排水量計算の場合最大9区分(排水の流出係数考慮後:6区分)
- 上記の区分による原単位法(建物延床面積および土地面積ベース)

「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 65

本分析で対象とする水利用用途と要求水質レベル 岡山大G

水利用用途	水質レベル
親水用水	1
散水用水	2
水洗トイレ用水	
洗車用水	
冷却塔補給水	3
打ち水用水	
修景用水	3

* 出典 国土交通省:下水処理水の再利用水質基準等マニュアル
「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 66



Thank you for your attention

ACKNOWLEDGEMENTS

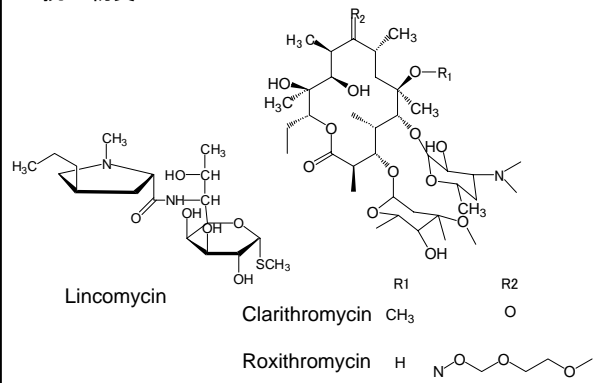
The study was conducted as a part of a Core Research for Evolutional Science and Technology (CREST) entitled "Risk-based Management of Self-regulated Urban Water Recycle and Reuse System" in "Hydrological Modeling and Water Resources System" supported by Japan Science and Technology Agency.

「水循環系モデリングと利用システム」第4回領域シンポジウム 2007.10.23 72

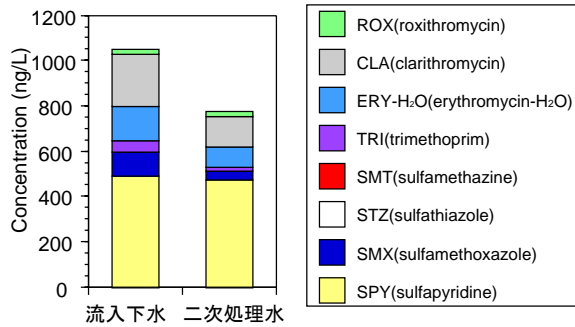
以下、予備スライド

抗生物質-2

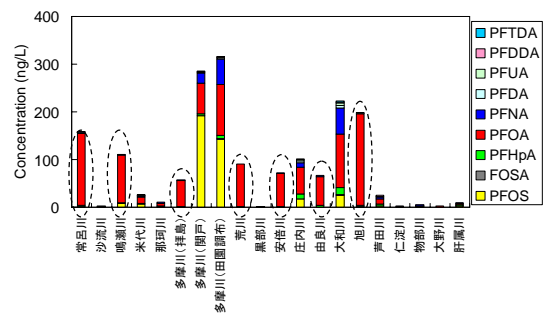
Macrolides



下水処理過程における抗生物質の除去



日本全国一級河川におけるフッ素系界面活性剤(PFSs)の分布



PFOS、PFHpA、PFNA・・・都市域で高い
PFOA・・・非都市域でも特異的に高濃度の地点がある