

出國報告（出國類別：考察）

## 考察日本污水處理廠除磷之技術 及磷資源回收之應用

服務機關：內政部營建署

姓名職稱：洪俊生副工程司兼副隊長

派赴國家：日本

報告日期：101 年 11 月 05 日

出國期間：101 年 10 月 8 日至 10 月 12 日

# 摘要

因人類排泄之糞便及尿液含有豐富磷物質，目前污水處理大部分皆以去除污水中之營養鹽如氮、磷等物質並符合放流水標準為主，因磷是一種無法製造或合成之元素，且目前尚無替代品存在，如今若能發展回收磷之技術，將為國內永續發展之重要指標之一。日本為改善放流水水質從污水中將磷回收資源化並作為肥料原料之一的技術及設施應有借鏡之處，本次出國考察計畫將有助於未來污水和污泥中磷資源回收再利用之技術發展及規劃。

本次考察時間從 101 年 10 月 8 日至 101 年 10 月 12 日共 5 日，10 月 8 日抵達日本福岡，10 月 9 日拜訪福岡市道路下水道局及參訪福岡市西部污水處理廠，10 月 10 日參訪東京都水道歷史館，10 月 11 日參訪茨城縣霞浦流域污水處理廠及拜訪國土交通省國土技術政策總合研究所下水道研究部，10 月 12 日啟程返國。

# 目錄

頁碼

## 摘要

壹、考察源起與目的.....	1
貳、考察行程與說明.....	1
參、結論與建議.....	19

## 附錄一、日本福岡市簡報資料

## 附錄二、西部污水處理廠質量平衡計算

# 圖目錄

圖 1 福岡市污水分區圖 .....	3
圖 2 博多灣總磷濃度水質曲線圖 .....	4
圖 3 博多灣總氮濃度水質曲線圖 .....	4
圖 4 西部污水處理廠流程圖 .....	4
圖 5-1 西部污水處理廠 MAP 處理設施流程圖 .....	5
圖 5-2 西部污水處理廠 MAP 處理設施流程圖 .....	5
圖 6 西部污水處理廠污泥消化槽 .....	6
圖 7 西部污水處理廠 MAP 模廠 .....	6
圖 8-1 MAP 結晶反應塔底部設施 .....	6
圖 8-2 MAP 結晶反應塔底部設施 .....	6
圖 9 MAP 循環泵 .....	6
圖 10 MAP 中段結晶反應塔 .....	6
圖 11 MAP 結晶觀測視窗 .....	7
圖 12 MAP 設備頂部設施 .....	7
圖 13-1 MAP 結晶脫水設施 .....	7
圖 13-2 MAP 結晶脫水設施 .....	7
圖 14 MAP 結晶脫水後貯存槽 .....	7
圖 15 MAP 結晶乾燥設施 .....	7
圖 16 MAP 結晶成品 .....	8
圖 17 MAP 結晶製造之化成肥料 .....	8
圖 18 廠方人員解說 MAP 結晶情形 .....	8
圖 19 廠方人員解說 MAP 設備 .....	8
圖 20 致贈篠田好司部長禮物 .....	8
圖 21 致贈廠方代表松隈正憲禮物 .....	8

圖 22 江戶上水、東京水道歷年演變概要	9
圖 23 日本早期水道	10
圖 24 日本早期倒虹吸工	10
圖 25 佐藤和明博士合照	10
圖 26 茨城縣霞浦湖北流域圖	12
圖 27 霞浦污水廠配置圖	13
圖 28 霞浦污水廠處理流程圖	13
圖 29 凝集劑併用型循環式硝化脫氮法示意圖	14
圖 30 A <sub>2</sub> O 法示意圖	14
圖 31 担體投入型修正 Bardenpho 法示意圖	14
圖 32 廠方代表解說初沉池設備	15
圖 33 二級生物處理添加之担體	15
圖 34 霞浦污水廠除磷模廠流程圖	15
圖 35 霞浦污水廠除磷模廠設備	15
圖 36 模廠各階段試驗樣品	15
圖 37 模廠磷酸鹽結晶加工成品	15
圖 38 模廠磷酸鹽結晶成品	16
圖 39 參觀霞浦污水廠情形	16
圖 40 致贈廠方代表中倉聰禮物	16
圖 41 霞浦污水廠放流水出口情形	16
圖 42 溫室氣體 N <sub>2</sub> O 排放比例圖	17
圖 43 硝化、脫硝排放 N <sub>2</sub> O 示意圖	17
圖 44 污水廠排放 N <sub>2</sub> O 單位濃度	18
圖 45 污水廠排放 N <sub>2</sub> O 單位濃度範圍圖	18
圖 46 致贈對馬育夫博士禮物	18

## 壹、考察源起與目的

磷是所有生物的生命元素，為作物收成的限制因子，在地球上與水及能源同屬有限資源，但磷不像水資源般，已有完備的回收再利用技術，磷亦不如能源，尚有許多替代性能源在持續發展中。因人類排泄之糞便及尿液，均富含磷及其他植物生長所需之養分，因此由污水處理廠回收磷，為可行且值得發展之技術。本署於100年起陸續推動「下水道污泥含磷調查及最佳磷回收量之研究(先期研究)」及「下水道污泥含磷調查及最佳磷回收量之研究」，期能研發我國下水道污泥回收磷技術之發展，國外如日本、德國、瑞典、荷蘭、加拿大等先進國家，皆有回收磷之技術研發，且實際應用之案例亦不在少數值為借鏡，本署爰規劃本次考察。

## 貳、考察行程與說明

本次考察行程人員為本署下水道工程處南區分處洪俊生副工程司兼副隊長，同時本署委託台灣水環境再生協會辦理「下水道污泥含磷調查及最佳磷回收量之研究」，亦由計畫主持人莊順興教授及游勝傑教授協助收集資料，另協會亦邀請中央大學榮譽教授歐陽嶠暉老師陪同考察。考察行程從101年10月8日至101年10月12日共5日，行程依日期分述如下：

### 第一天：行程

日期：101年10月8日

### 過程說明：

考察人員於101年10月8日搭乘中午12點00分中華航空116班機由桃園中正機場前往日本福岡，於15點10分抵達日本福岡國際機場後搭地鐵前往住宿飯店，利用參訪行程空檔參觀福岡市區。

第二天：拜訪福岡市道路下水道局及參訪福岡市西部污水處理廠，參觀完畢後晚上  
從福岡搭飛機前往日本東京

日期：101年10月9日

過程說明：

一、行程說明

首先前往福岡市道路下水道局，由下水道施設部部長篠田 好司說明福岡市5座污水廠處理現況及磷回收再利用情形，意見交換後由水質管理課長石田真滋陪同參訪西部污水處理廠，並由西部污水處理廠所長松隈正憲現場解說磷回收之MAP設施，參訪完畢後至福岡機場搭飛機前往日本東京。

二、參訪處理系統及設施簡介

日本福岡市流域面積34,170ha，總人口數約148萬人，截至2011年底用戶接管普及率約99.5%，已建設完成西戶崎、和白、東部、中部及西部等5座污水處理廠，總設計處理水量為681,900CMD，因放流水含有氮、磷且博多灣海水交替率低，致發生優養化現象造成博多灣赤潮狀況。福岡市為解決博多灣赤潮狀況，開始提升污水廠處理方式去除總氮，並設立MAP設施之模廠研究去除總磷之方式，經過2年模廠試驗技術可行後，福岡市投入約30億日圓於西部、東部及和白3座污水廠設立MAP設施回收污水中總磷，並將回收MAP顆粒資源化提供肥料工廠加工為化學肥料，目前已有20年執行成效，每年3座污水廠可生產100噸以上之MAP顆粒，並以每噸30,000日圓賣給肥料工廠加工，不僅改善博多灣赤潮情形，且獲得日本資源回收協會表彰狀。福岡市污水分區詳圖1，博多灣總磷、總氮濃度變化詳圖2、3

有關MAP法回收磷顆粒原理，因磷於厭氧好氧污水處理程序，被累積於生物污泥中，而污泥經厭氧消化時，磷又被釋出於水中，故污泥脫水濾液含有高濃度磷，西部污水處理廠MAP處理設施先將脫水濾液貯存於原水槽，將原水定時定量抽送入MAP

造粒反應塔底部，MAP反應塔管徑為60CM，同時加入MgCl<sub>2</sub>及NaOH，並調整PH值約8.0，利用送風機送風充分攪拌混合，於臨界區產生不溶解性MAP顆粒結晶（總磷濃度97%~98%），MAP顆粒於底部沉積達固定量時，再將MAP顆粒抽送至脫水濾床設備脫水後貯存，並定時送至乾燥機烘乾。

### MAP(リン酸マグネシウムアンモニウム)化学反応式



西部污水廠MAP設備共6組，每組MAP設備處理容量為122m<sup>3</sup>/日，故處理廠每日處理容量高達732 m<sup>3</sup>，於1997年4月建設完成後開始運轉。於2011年MAP結晶年產量約64噸，產值約192萬日圓，但MAP廠操作費每年亦高達1,900萬日圓。流程圖詳圖4、5，現場設備詳圖6~圖15，MAP結晶顆粒詳圖16、17，當日參訪情形詳圖18~21。

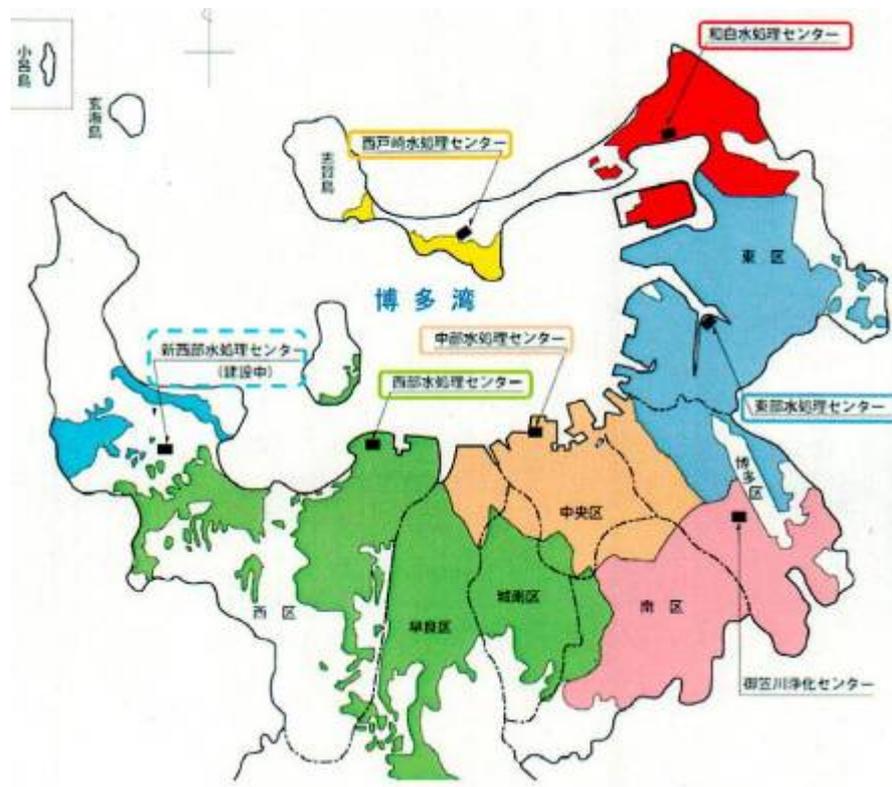
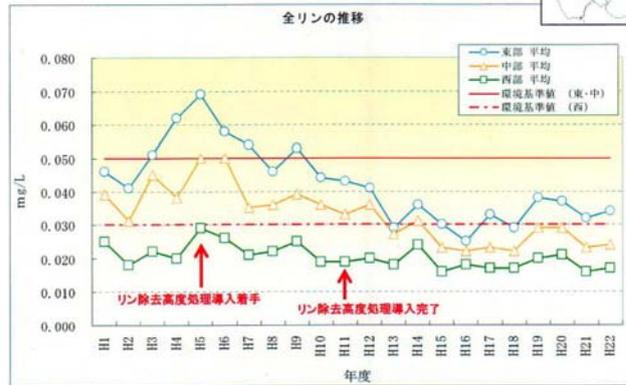


圖 1 福岡市污水分區圖

# 博多湾の現状

福岡市

## 全リン濃度の推移(年平均)



※全海域において環境基準を達成。

図2 博多湾総磷濃度水質曲線圖

# 博多湾の現状

福岡市

## 全窒素濃度の推移(年平均)



※全海域において環境基準を達成。

図3 博多湾総氮濃度水質曲線圖

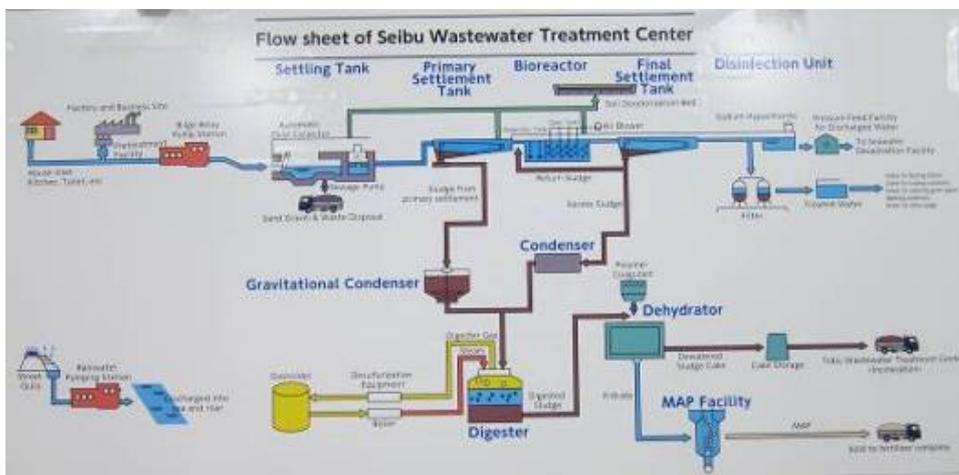


図4 西部污水處理廠流程圖

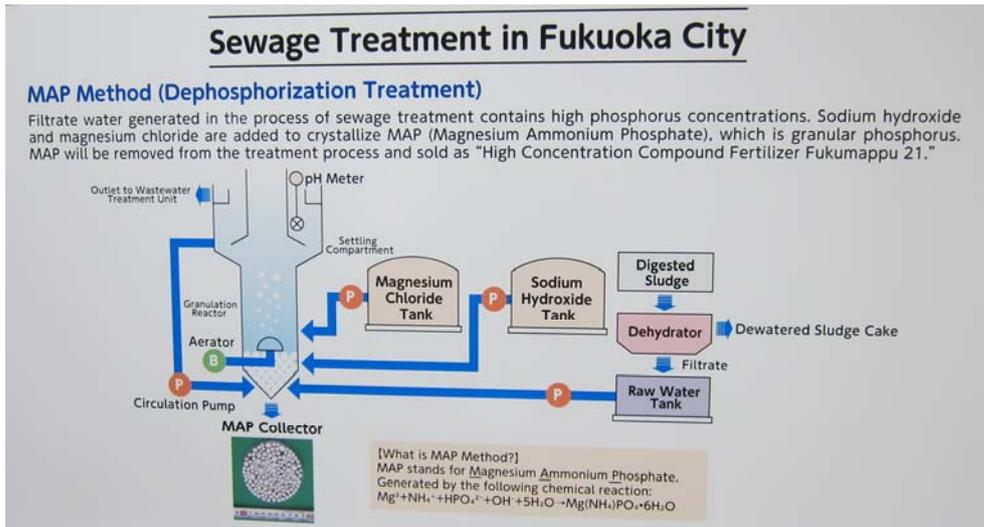


圖 5-1 西部污水處理廠 MAP 處理設施流程圖

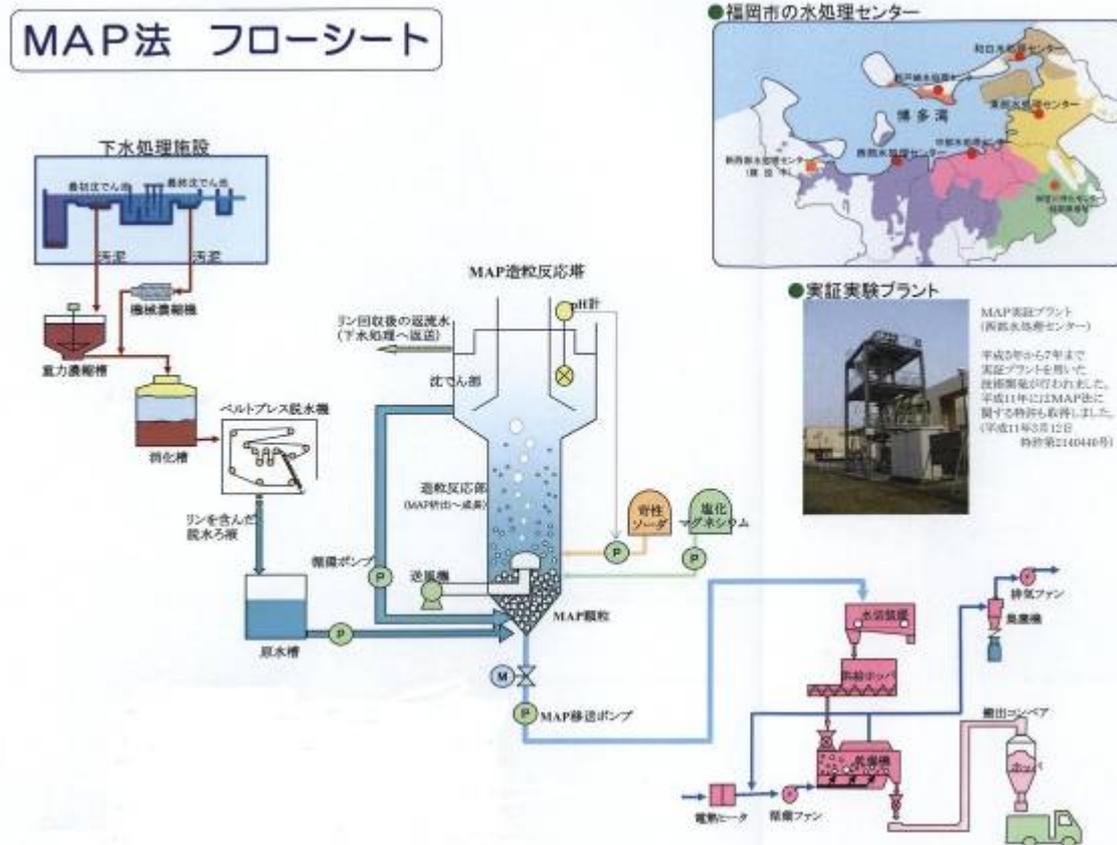


圖 5-2 西部污水處理廠 MAP 處理設施流程圖



圖 6 西部污水處理廠污泥消化槽



圖 7 西部污水處理廠 MAP 模廠



圖 8-1 MAP 結晶反應塔底部設施



圖 8-2 MAP 結晶反應塔底部設施



圖 9 MAP 循環泵



圖 10 MAP 中段結晶反應塔



圖 11 MAP 結晶觀測視窗



圖 12 MAP 設備頂部設施



圖 13-1 MAP 結晶脫水設施



圖 13-2 MAP 結晶脫水設施



圖 14 MAP 結晶脫水後貯存槽



圖 15 MAP 結晶乾燥設施



圖 16 MAP 結晶成品



圖 17 MAP 結晶製造之化成肥料



圖 18 廠方人員解說 MAP 結晶情形



圖 19 廠方人員解說 MAP 設備



圖 20 致贈篠田好司部長禮物



圖 21 致贈廠方代表松隈正憲禮物

### 第三天：整理資料並參觀東京都水道歷史館

日期：101 年 10 月 10 日

#### 過程說明：

由下水道基金會佐藤和明博士陪同參觀東京都水道歷史館，並由專人解說日本東京都水道發展歷史及演變（詳圖 22），經由館方人員詳細解說，了解東京 400 年前水道之發展及運用木材將中心挖空當導水管之觀念及技術，並具備製作倒虹吸工之技術。日本早期水道詳圖 23、24，當日參訪情形詳圖 25。

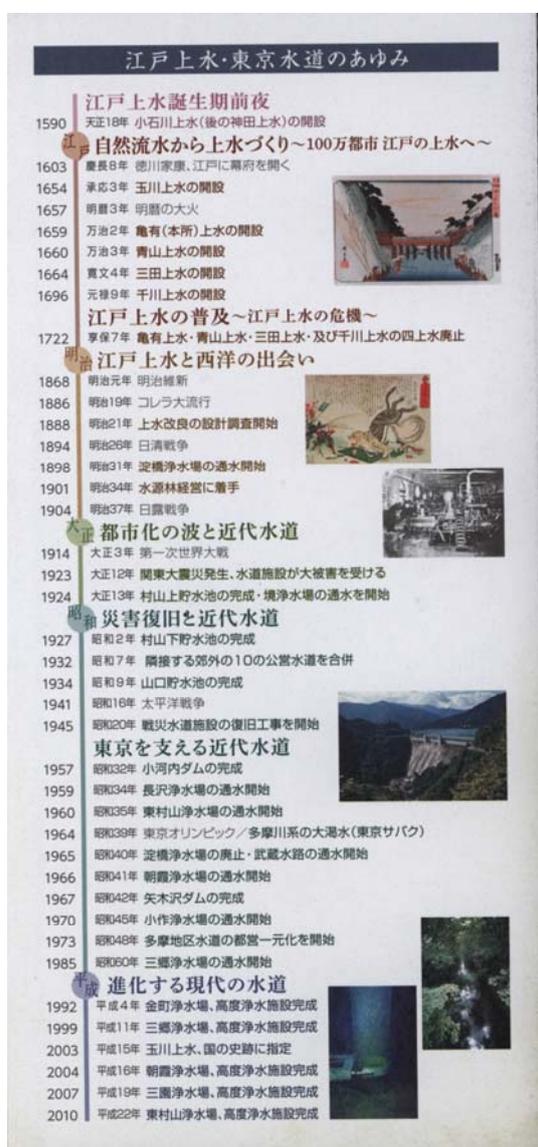


圖 22 江戸上水、東京水道歷年演變概要

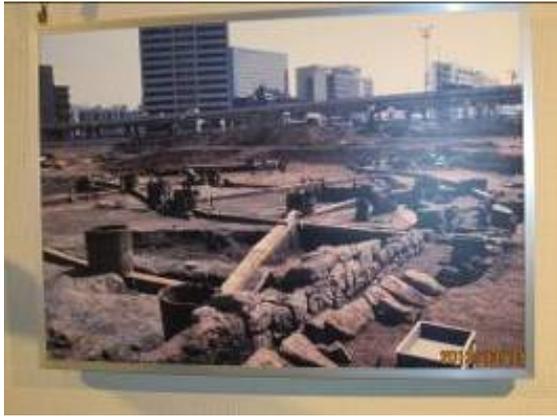


圖 23 日本早期水道



圖 24 日本早期倒虹吸工



圖 25 佐藤和明博士合照

第四天：參訪茨城縣霞浦污水處理廠及拜訪國土交通省國土技術政策總合研究所下  
水道研究部

日期：101 年 10 月 11 日

過程說明：

一、行程說明

從東京搭火車至Tsukuba和佐藤和明博士會合，一同前往茨城縣霞浦污水處理廠，由茨城縣霞浦流域下水道事務所總務課中倉聰係長解說污水處理設施並交換意見後，由廠方人員引導參觀污水處理設施及磷回收模廠，下午轉往國土交通省國土

技術政策總合研究所拜訪下水道研究部對馬育夫博士討論污水處理過程釋放溫室氣體 $N_2O$ 相關研究報告。

## 二、參訪處理系統及設施簡介

茨城縣霞浦湖北流域系統包括土浦市、石岡市、阿見町、小美玉市等區域，流域計畫收集面積約15,000ha，計畫人口約29萬人，目前污水處理廠設計處理容量為89,000CMD，處理人口約22.7萬人，因霞浦污水處理廠放流水承受水體霞浦湖為日本第2大湖，且為當地自來水水源，故要求污水廠放流水水質標準日益提高。

霞浦污水處理廠生物反應槽共有12池，NO1採凝集劑添加活性污泥法，NO2及NO3採 $A_2O$ 法，NO4採担體投入型修正Bardenpho法，NO5～NO12採凝集劑併用型循環式硝化脫氮法，其中以NO4採担體投入型修正Bardenpho法處理效果最優，但冬季低水溫時脫硝菌活性低，於有機物不足情形下須添加甲醇增加脫硝速度。為提升放流水水質並去除污水中之總磷，目前與設備廠商合作於廠內設置去除總磷模廠，研究最佳除磷技術之處理流程。

目前模廠設置3座吸附塔，吸附塔內填充廠商研發材料，於NO11及NO12池生物反應槽停止添加凝集劑，將生物處理後二級出流水經砂濾後，流經2座吸附塔吸附，俟吸附完成後換塔吸附，其中1塔注入脫著液進行磷酸鹽脫附，含有高濃度磷酸鹽(200 - 400 mg/L)濾液至反應槽後添加消石灰，並調整適當PH值產生沉澱物，經固液分離機後產生含磷結塊，生物處理出流水經此流程將污水中總磷去除，以改善放流水水質，防止霞浦湖產生優養化現象。因模廠尚在研發階段，故內部設備組裝情形僅供本次考察人員參觀，禁止拍攝內部設備。霞浦流域系統略圖、污水廠配置及流程詳圖26～28，生物處理示意圖詳圖29～31，現場設備詳圖32～36，磷酸鹽結晶物詳圖37、38，當日參訪情形詳圖39～41。

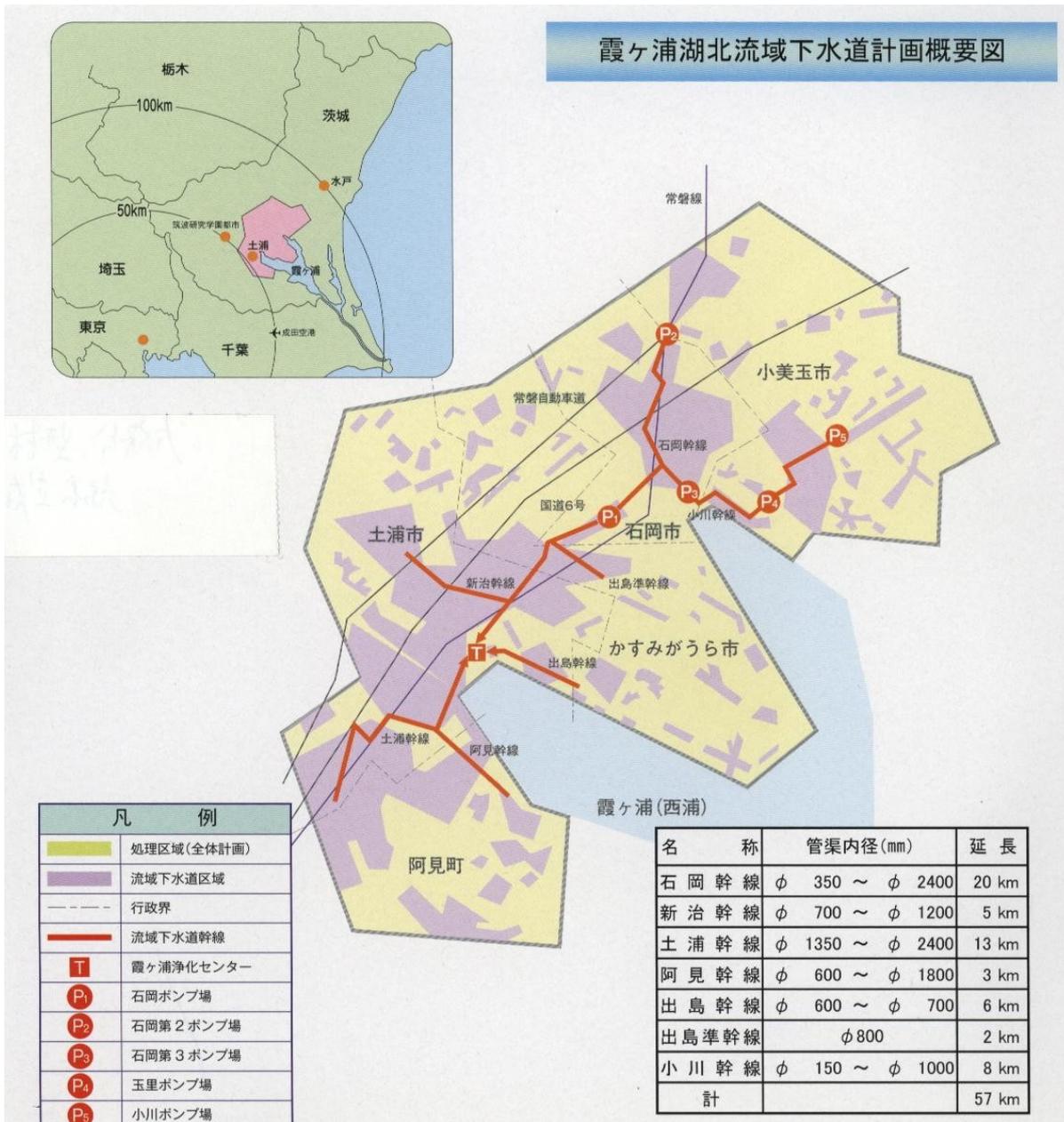


圖 26 茨城縣霞浦湖北流域圖



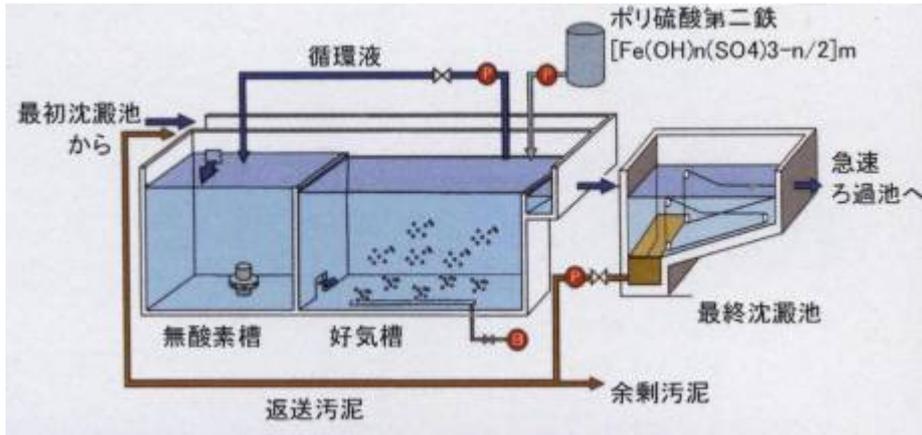


圖 29 凝集劑併用型循環式硝化脫氮法示意圖

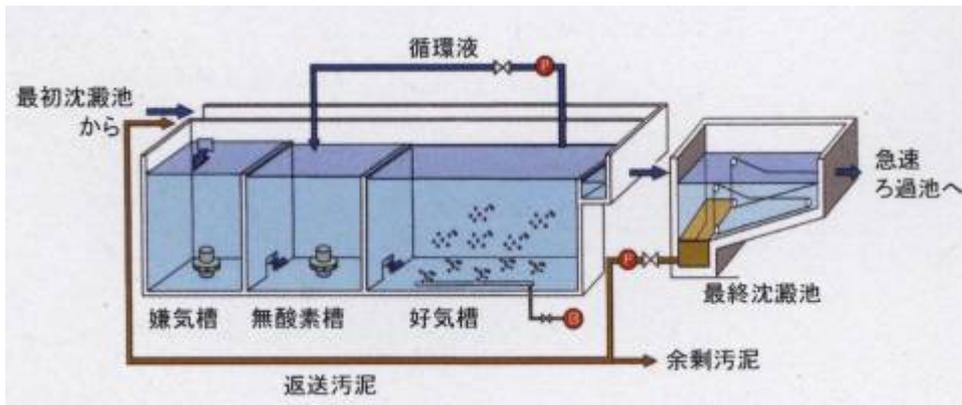


圖 30 A0 法示意圖

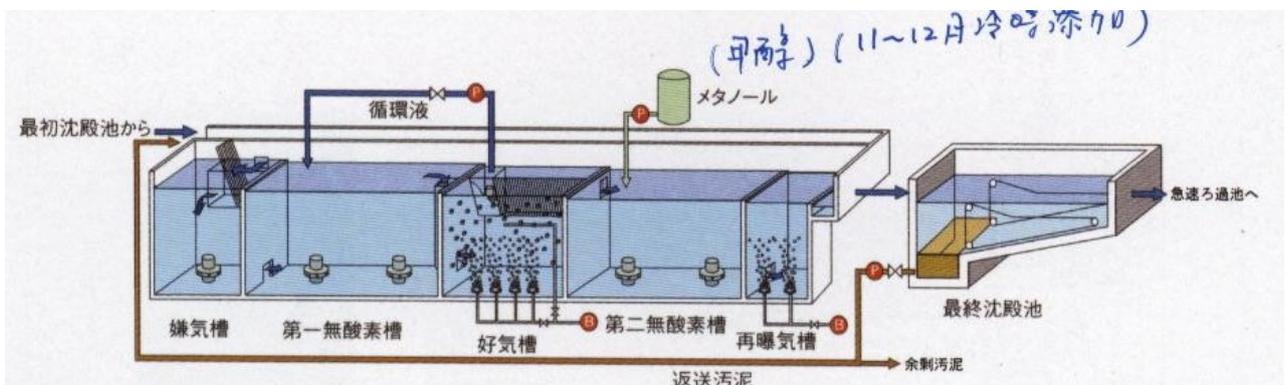


圖 31 担體投入型修正 Bardenpho 法示意圖



圖 32 廠方代表解說初沉池設備



圖 33 二級生物處理添加之担體

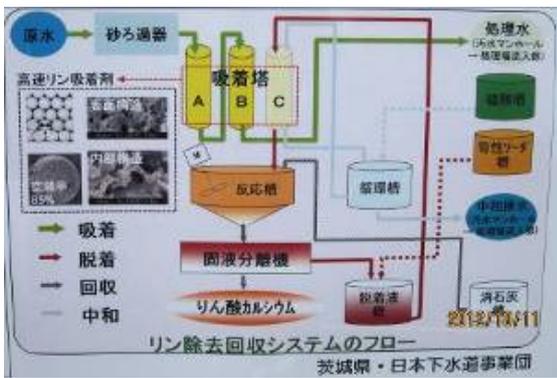


圖 34 霞浦污水廠除磷模廠流程圖



圖 35 霞浦污水廠除磷模廠設備



圖 36 模廠各階段試驗樣品



圖 37 模廠磷酸鹽結晶加工成品



圖 38 模廠磷酸鹽結晶成品

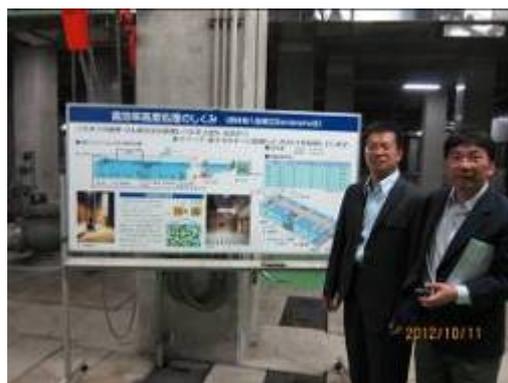


圖 39 參觀霞浦污水廠情形



圖 40 致贈廠方代表中倉聰禮物



圖 41 霞浦污水廠放流水出口情形

	排水基準	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年
BOD(mg/L)	10 ※1	0.6	<0.5	0.7	0.5	0.5
COD(mg/L)	20(15) ※2	5.5	5.5	5.7	5.3	5.4
SS(mg/L)	20(15) ※2	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
總氮(mg/L)	20【15】※3	6.2	5.5	5.6	5.4	5.3
總磷(mg/L)	1【0.5】※3	0.21	0.15	0.15	0.15	0.15

※1 日最大值

※2 日最大值，( )日平均值

※3 日平均值，排水量100,000m<sup>3</sup>/日以上之適用基準

表1 霞浦污水廠放流水質

參訪霞浦污水處理廠後，轉往國土交通省國土技術政策總合研究所拜訪下水道研究部對馬育夫博士並討論污水處理過程釋放溫室氣體 $N_2O$ 問題，由對馬博士資料收集及各種處理程序污水處理廠採樣試驗分析結果，污水處理廠因硝化、脫硝過程會產生溫室氣體 $N_2O$ ，初步研究顯示，硝化過程將產生較高之 $N_2O$ 氣體，且污水中總氮濃度越高者，排放 $N_2O$ 濃度有越高之趨勢。其研究顯示目前污水處理排放 $N_2O$ 達總排放量8.7%，值得日後本項領域深入研究之課題。 $N_2O$ 相關研究資料詳圖42~45，拜訪情形詳圖46。

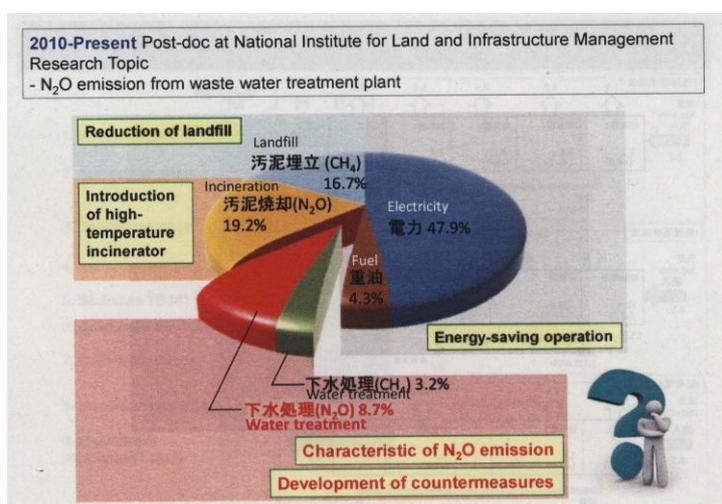


圖 42 溫室氣體  $N_2O$  排放比例圖

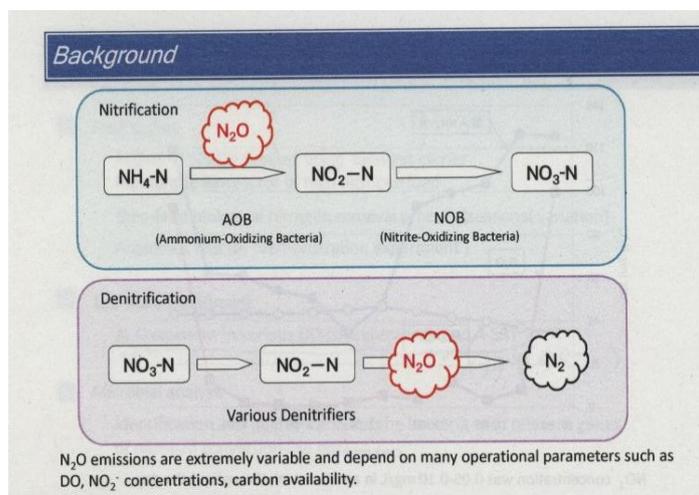


圖 43 硝化、脫硝排放  $N_2O$  示意圖

Results- Measurement in target WWTPs									
WWTPs	Treatment system	N <sub>2</sub> O Emission Factor (N <sub>2</sub> O mg/m <sup>3</sup> )			NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N Inf. (mg/L)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N Eff. (mg/L)	NRR (%)	CR of N <sub>2</sub> O (based on nitrogen of inf) (%)	CR of N <sub>2</sub> O (based on nitrogen loss) (%)
		G-N <sub>2</sub> O	D-N <sub>2</sub> O						
A	Modified Bardenpho process	5.8	1.2	4.6	9.9	0.0	90.3	0.037	0.041
	Conventional activated sludge process	6.2	1.1	5.1	9.9	0.0	35.3	0.040	0.114
B	Membrane bioreactor	5.8	0	5.8	20.3	0.1	68.4	0.018	0.018
	Membrane bioreactor	5	0.6	4.4	16.3	0.3	66.2	0.046	0.030
	Conventional activated sludge process	31.4	9	22.4	22.7	15.1	9.6	0.098	1.020
	Conventional activated sludge process	36.6	11.9	24.7	16.3	8.2	20.1	0.143	0.713
C	Membrane bioreactor	13.9	1.4	12.5	18.6	0.3	70.6	0.047	0.067
D	Membrane bioreactor	9.8	0.7	9.1	8.4	0.0	73.9	0.074	0.100
E	Membrane bioreactor	6.1	0.1	6	14.9	0.0	86.9	0.026	0.030
F	Conventional activated sludge process	25.2	17.7	7.5	20.9	4.9	45.4	0.077	0.169
G	Anaerobic-aerobic method	14.7	7.9	6.8	27.0	2.3	95.9	0.051	0.053
	Conventional activated sludge process	21.7	14.9	6.8	27.0	2.3	95.6	0.051	0.053
H	Anaerobic-aerobic method	8.8	1	7.8	34.3	15.1	56.4	0.016	0.029
I	Membrane bioreactor	11.8	0	11.8	17.9	0.7	83	0.042	0.051
	Step-feed biological nitrogen removal process	23	17.9	5.1	17.9	1.7	74.7	0.082	0.110
J	Anaerobic-aerobic method	93.7	48.4	45.3	79.4	40.6	48.2	0.075	0.156

G-N<sub>2</sub>O :Released N<sub>2</sub>O into the atmosphere  
D-N<sub>2</sub>O :Dissolved N<sub>2</sub>O in effluent  
NRR :Nitrogen removal rate  
CR of N<sub>2</sub>O :Conversion rate

圖 44 污水廠排放 N<sub>2</sub>O 單位濃度

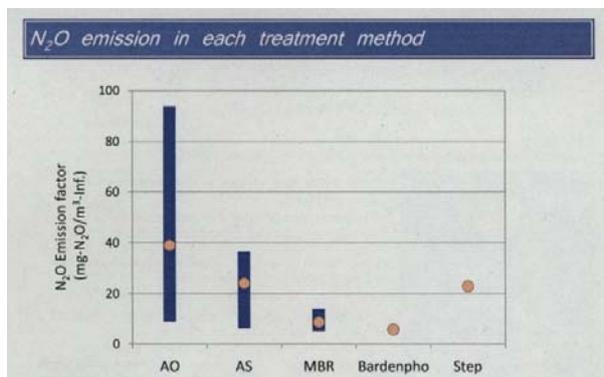


圖 45 污水廠排放 N<sub>2</sub>O 單位濃度範圍圖



圖 46 致贈對馬育夫博士禮物

第五天：101 年 10 月 12 日搭乘中華航空 221 號班機返國，安全抵達松山機場順利完成本次參訪任務。

## 參、結論與建議

總結本次考察行程，謹針對所參訪污水處理廠污水處理過程中將磷回收資源化再利用之技術與設備，提出以下結論與建議，作為我國污水及污泥磷資源回收技術之參考。

- 一、 以福岡市污水處理廠磷資源回收再利用為例，MAP 法技術模廠及實廠設備操作已有 20 年經驗，技術應無虞，但福岡市為改善博多灣水質故不計成本投入建設費及操作費，以去除污水中含磷酸鹽，並發展附加價值將 MAP 顆粒資源回收轉賣給肥料工廠加工。我國可以此技術研究模廠適宜操作臨界值，以利磷結晶(MAP or HAP)回收污水或污泥中之總磷，並擇一污水處理廠當示範廠設置相關設備正式運轉，以建立污水處理廠磷資源回收再利用典範。
- 二、 福岡市因無工業，故污水處理廠收集污水單純只有生活污水，其資源回收 MAP 結晶無重金屬污染問題，可直接賣給肥料工廠加工，無相關法令須克服問題；目前國內污水處理廠雖進流水大部分含有截流量，其處理回收後再利用為肥料原料或其他用途時，可參照日本推動案例研究制定相關標準，以符合相關法令規定成為資源再生項目。
- 三、 霞浦污水廠大部分收集區域為合流制，與國內部分污水廠同時處理生活污水及截流水特性相似，依目前設置模廠試驗結果顯示，雖與目前研究計畫所採用流體化床之技術不同，然其試驗以吸附、脫附後添加凝聚劑沉澱磷酸鹽達到去除總磷之技術，成效不錯，應為後續可研發之技術之一。
- 四、 日本對於污水中磷回收再利用，除考量保護水體水質之目的外，亦考慮磷為 100% 依賴進口之資源，為確保國家糧食作物生產保障，故強調其重要性，而建立磷之農業再利用制度。就我國而言，磷資源亦完全依賴進口，磷回收將有助於我國磷供給之穩定，故如何透過相關單位協商，建立磷資源回收之共

識與體系，實為我國必須深刻思考之問題。

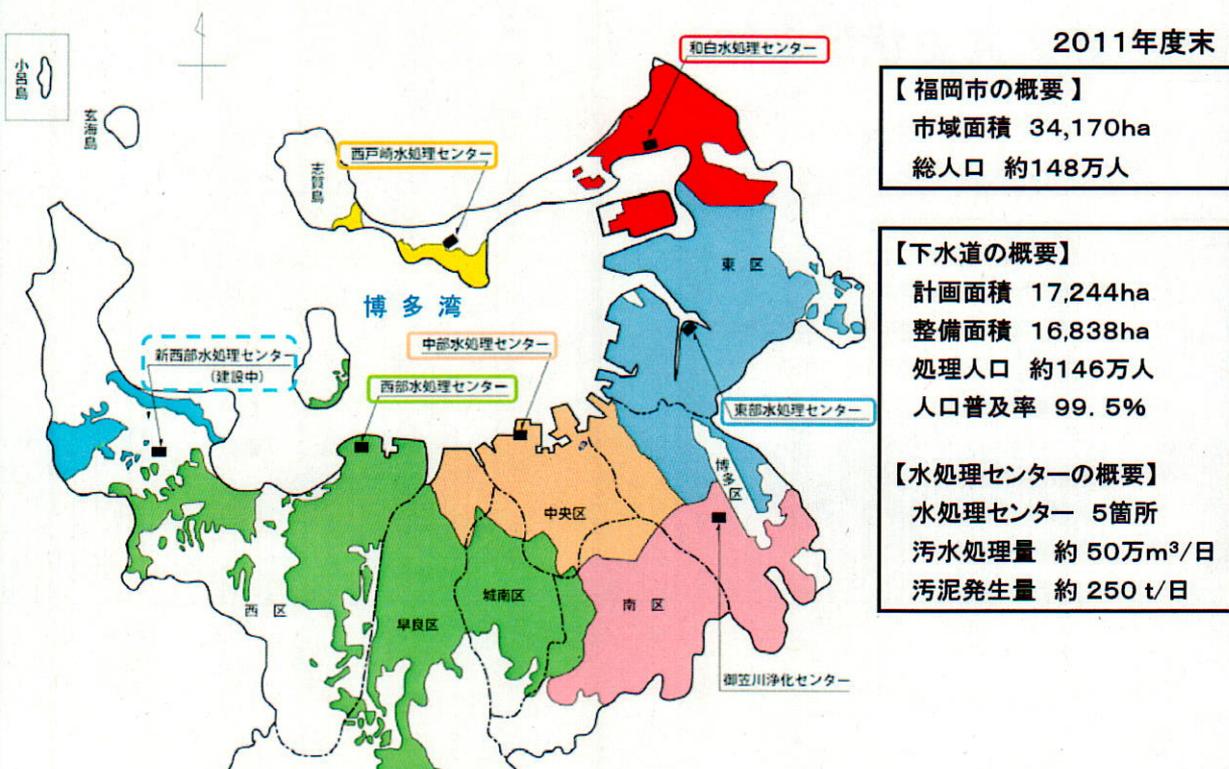
# 附錄一

2012/10/09

# 福岡市の高度処理の取り組み

福岡市 道路下水道局 下水道施設部

## 福岡市の下水道概要



# 水処理センターの概要

(2012年度)

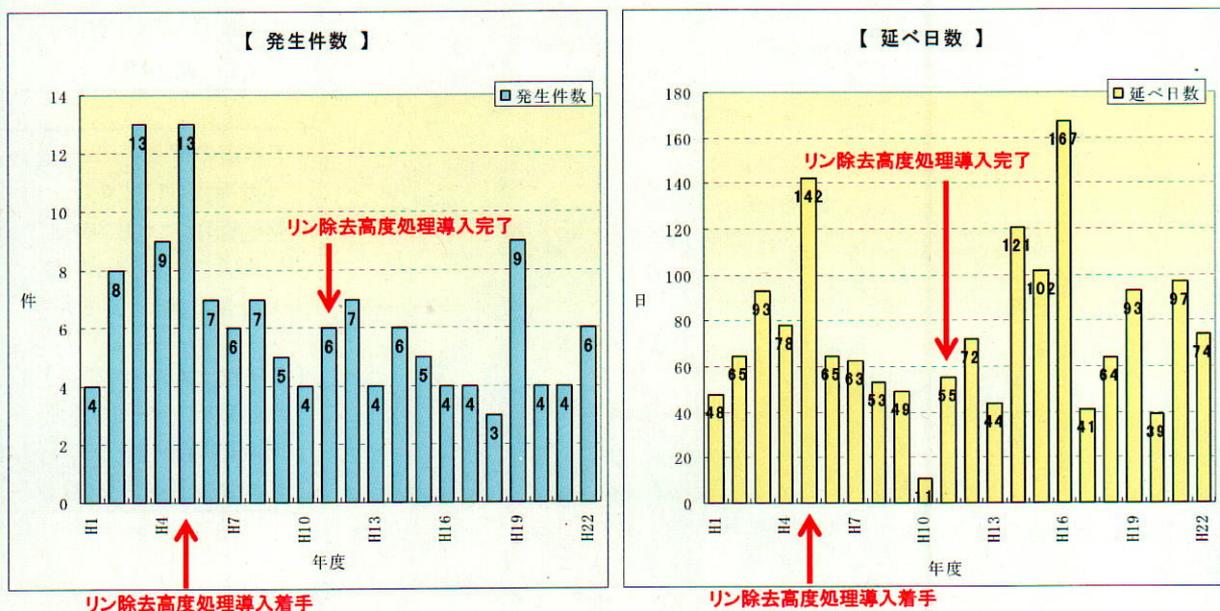
施設名	処理能力	処理方式	供用開始
西戸崎水処理センター	6,500	凝集剤添加 活性汚泥法	1981
和白水処理センター	45,800 (6,900)	AO法 (担体添加A2O)	1975 (2011)
東部水処理センター	145,300 (12,000)	AO法 (担体添加A2O)	1975 (2007)
中部水処理センター	300,000	AO法	1966
西部水処理センター	184,300 (15,550)	AO法 (担体添加A2O)	1980 (2009)

( )は窒素リン同時除去高度処理 担体A2O法

3

# 博多湾の現状

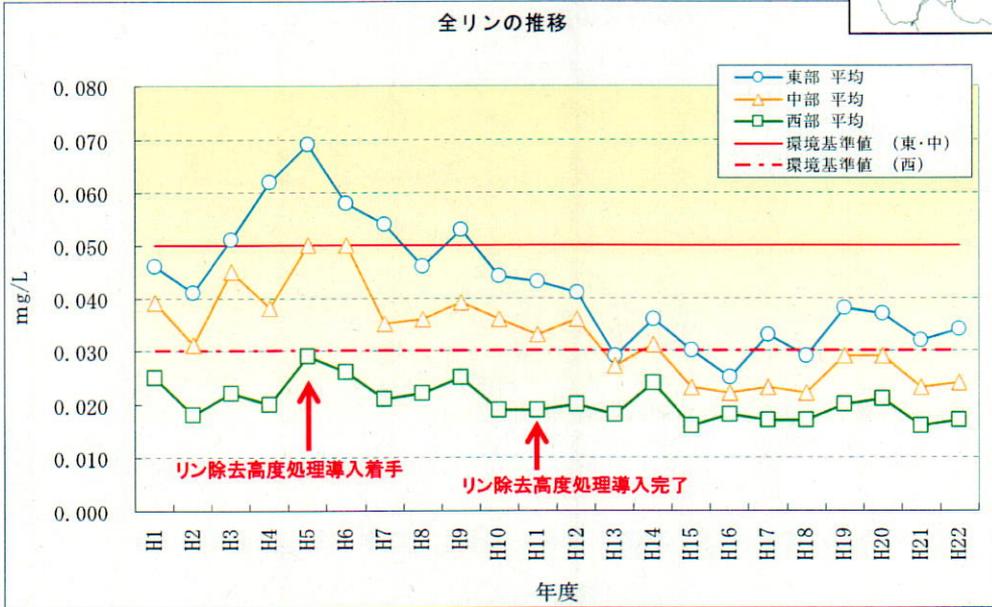
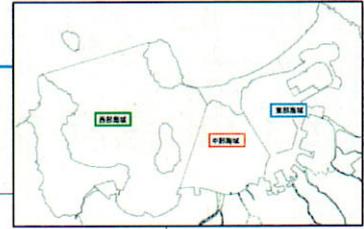
## □ 赤潮発生状況の推移



4

# 博多湾の現状

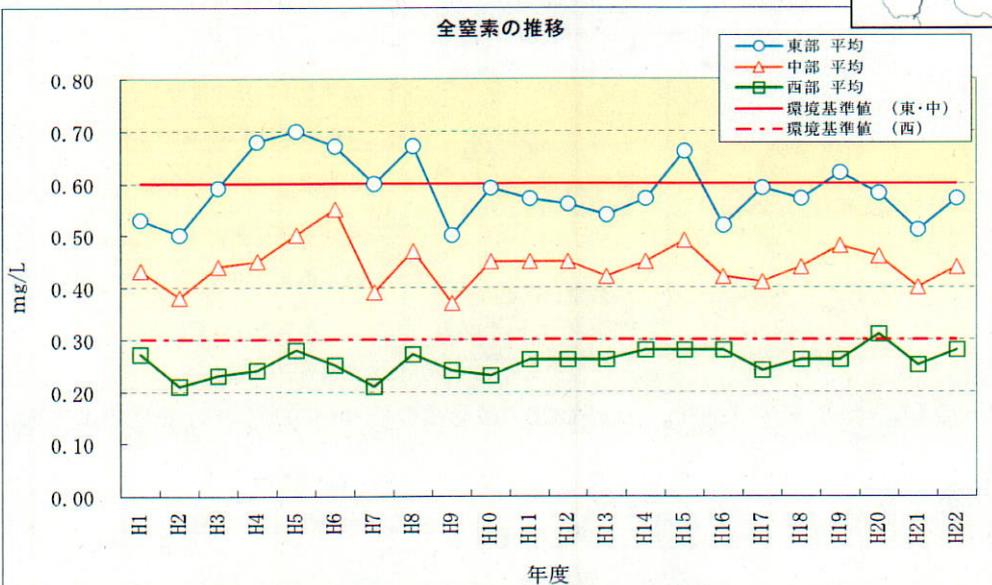
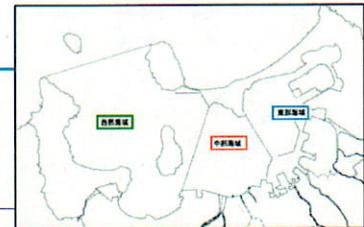
## 全リン濃度の推移(年平均)



※全海域において環境基準を達成。

# 博多湾の現状

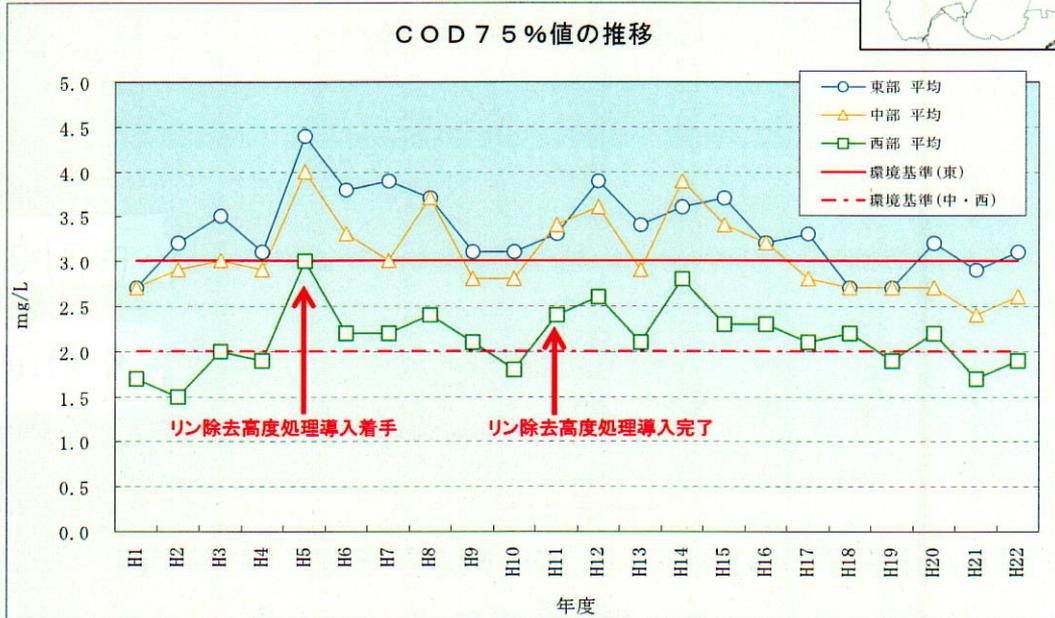
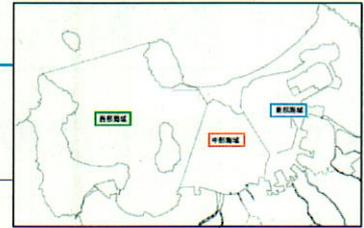
## 全窒素濃度の推移(年平均)



※全海域において環境基準を達成。

# 博多湾の現状

## COD濃度の推移(年平均)

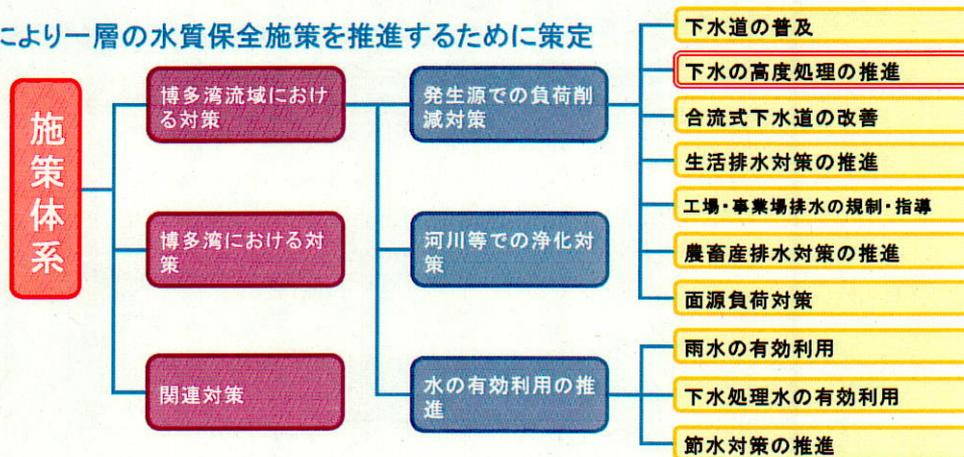


※環境基準を達成していない。

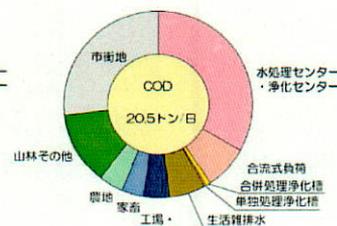
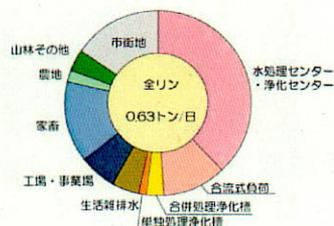
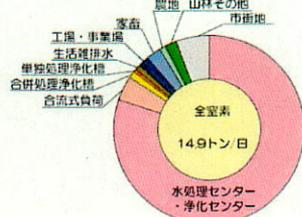
# 高度処理の位置付け

## 博多湾水質保全計画(H10. 3 福岡市策定)

体系的により一層の水質保全施策を推進するために策定



博多湾への流入負荷量は、窒素では約80%, リン・CODでは全体の約30~40%が下水処理場に由来

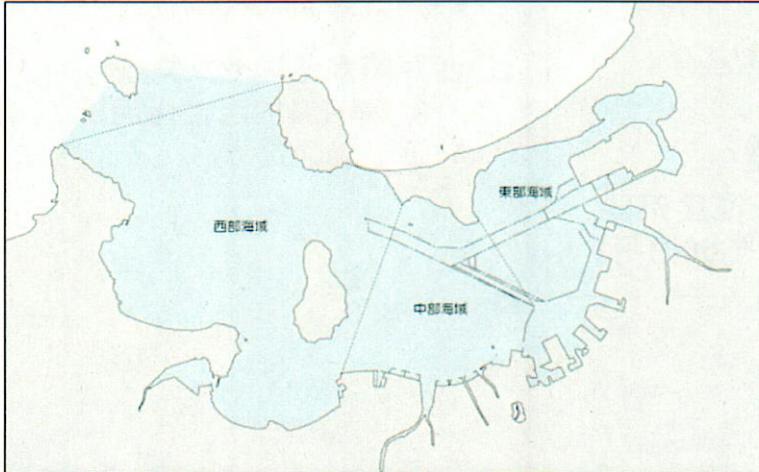


(続き)

### 博多湾水質の環境基準

	類型	基準値	類型	基準値	
		COD		全窒素	全リン
東部海域	B	3.0 mg/l	Ⅲ	0.6 mg/l	0.05 mg/l
中部海域	A	2.0 mg/l	Ⅲ	0.6 mg/l	0.05 mg/l
西部海域	A	2.0 mg/l	Ⅱ	0.3 mg/l	0.03 mg/l

(1996. 6 福岡県告示)



### 高度処理の位置付け(続き)

#### 博多湾特定水域高度処理基本計画(1998. 6)

福岡県と共同策定

**窒素・リンの同時除去を目的とした高度処理が必要**

処理水質・処理方式・施設整備方針等の基本事項を定めている。

目標処理水質

	暫定目標	将来目標
COD	10mg/l	8mg/l
全窒素	9mg/l	9mg/l
全リン	0.4mg/l	0.4mg/l

処理方式の決定

処理場名	処理方式
西戸崎水処理センター	凝集剤併用型循環式硝化脱窒法+砂ろ過
和白水処理センター	硝化促進型嫌気無酸素好気法+砂ろ過+MAP法
東部水処理センター	硝化促進型嫌気無酸素好気法+砂ろ過+MAP法
中部水処理センター	硝化促進型嫌気無酸素好気法+砂ろ過
西部水処理センター	硝化促進型嫌気無酸素好気法+砂ろ過+MAP法

福岡市では、1993年度～2000年度未完了を目標にリン削減対策の処理に着手していたことから、これと整合のとれる処理方式とした。

# リン除去高度処理施設の導入状況

## □ 「嫌気好気活性汚泥法」+「MAP法」

博多湾の富栄養化進行



栄養塩類の流入負荷削減



博多湾の制限因子はリン



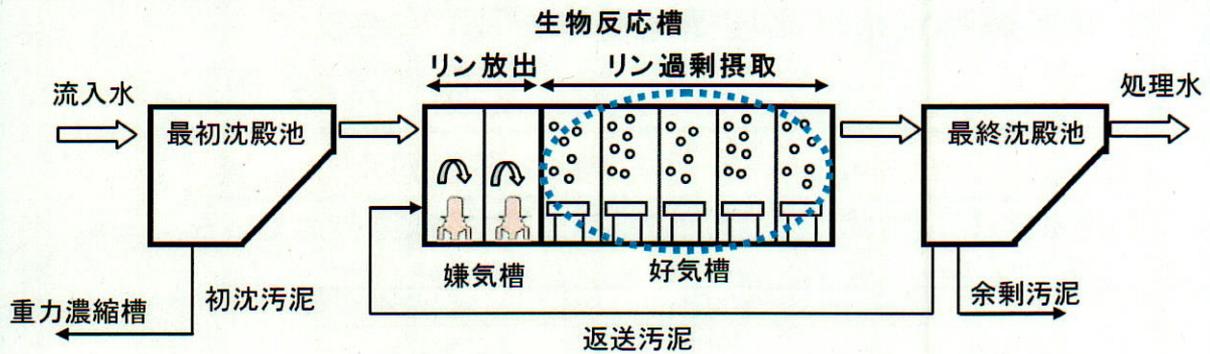
1993年度～1999年度

リン除去を目的とした高度処理  
事業を実施(事業費 約56億円)

- 和白、東部、西部水処理センター  
→ 嫌気好気活性汚泥法+MAP法
- 中部水処理センター  
→ 嫌気好気活性汚泥法
- 西戸崎水処理センター  
→ 凝集剤添加活性汚泥法(小規模な処理場のため)

11

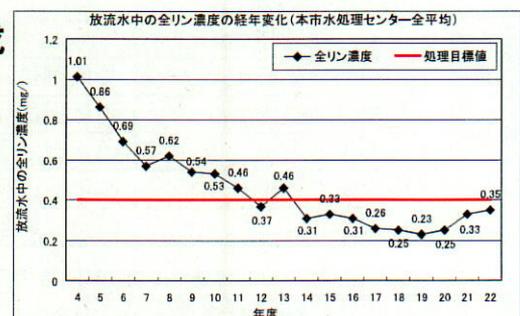
# 嫌気好気活性汚泥法(AO法)



嫌気槽: 活性汚泥がリンを放出

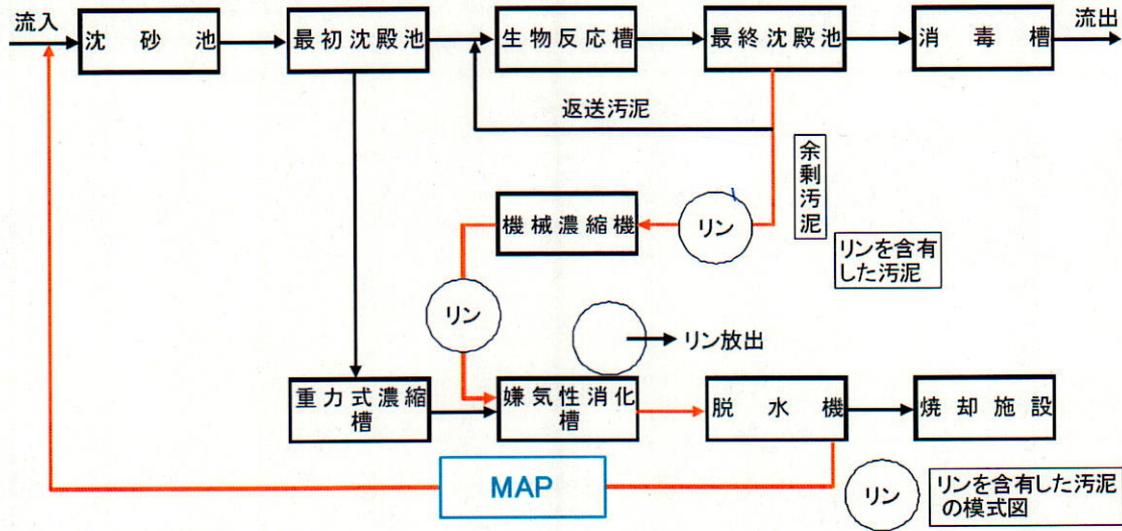
好気槽: 活性汚泥が放出した以上のリンを摂取

- 全リンの目標処理水質 0.4mg/L以下を達成
- 嫌気好気法のリン除去率は90%以上  
(標準活性汚泥法 除去率60~70%)



12

# MAP法



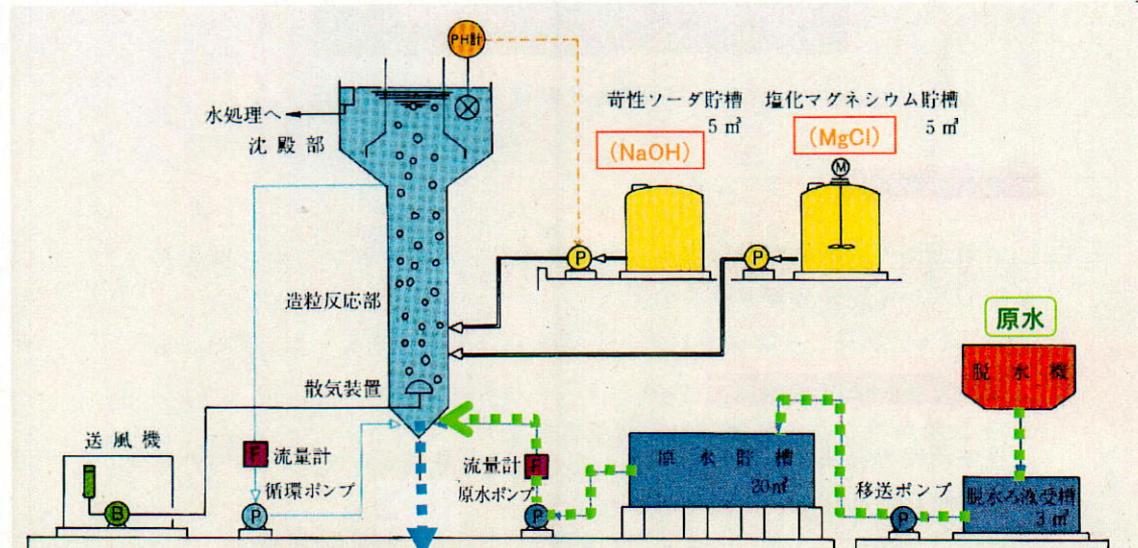
## ※嫌気好気法の課題

汚泥処理の段階で、リンを高濃度に含んだ返流水(脱水ろ液)の影響が大きい

↓  
脱水ろ液中のリン除去が必要

↓  
MAP法 (Magnesium Ammonium Phosphate) (リン酸アンモニウムマグネシウム)  
 $Mg(NH_4)PO_4 \cdot 6H_2O$

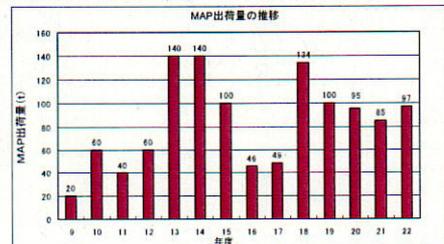
# MAP施設



MAP造粒装置反応部



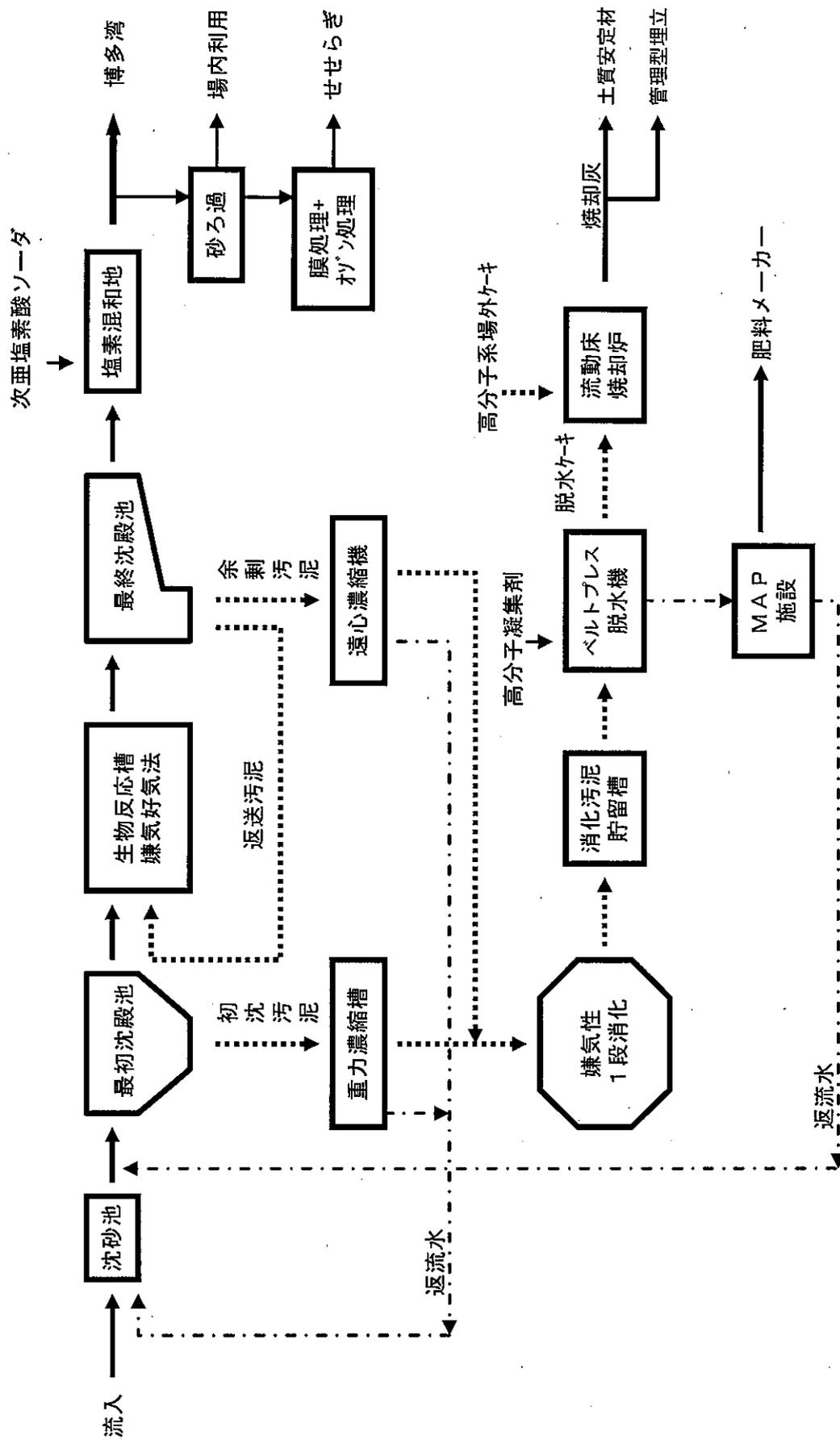
MAP



## 附錄二

# 西部水処理センター フローシート

平成23年度



# 水処理フローシート (平成23年度運転実績)

## 西部水処理センター

H24年3月31日 認可	
処理能力	184,300 m <sup>3</sup> /日
処理面積	5,843 ha
処理人口	484,589人
敷地面積	204,230 m <sup>2</sup>
処理方式	嫌気好気活性汚泥法
処理開始	昭和55年12月24日

実績	
平成23年度	1,679 m <sup>3</sup> /日
一次処理水量	141,317 m <sup>3</sup> /日
二次処理水量	141,317 m <sup>3</sup> /日

### ※ ユーティリティ

平均電力(H)	水 1,641kW
	汚泥 467kW
	焼却 414kW
上水使用量	36.7 m <sup>3</sup> /日
次亜塩素酸ソーダ	977 L/日 (12%)

### ※ 除去率

BOD	98%	平均流入、平均放流より
S	99%	流入-終沈の平均除去率
全リン	96%	"
全窒素	52%	"

混合液	
水温	23.9 °C
P H	7.2 ~ 6.7
MLSS	1,780 mg/L
MLVSS	1,460 mg/L
VSS/SS	82%
SV	37%
SVI	200
BOD	0.24 kg/m <sup>3</sup> 日
BOD-SS	0.14kg/kg日
BOD-VSS	0.17kg/kg日
S A	11.0 日

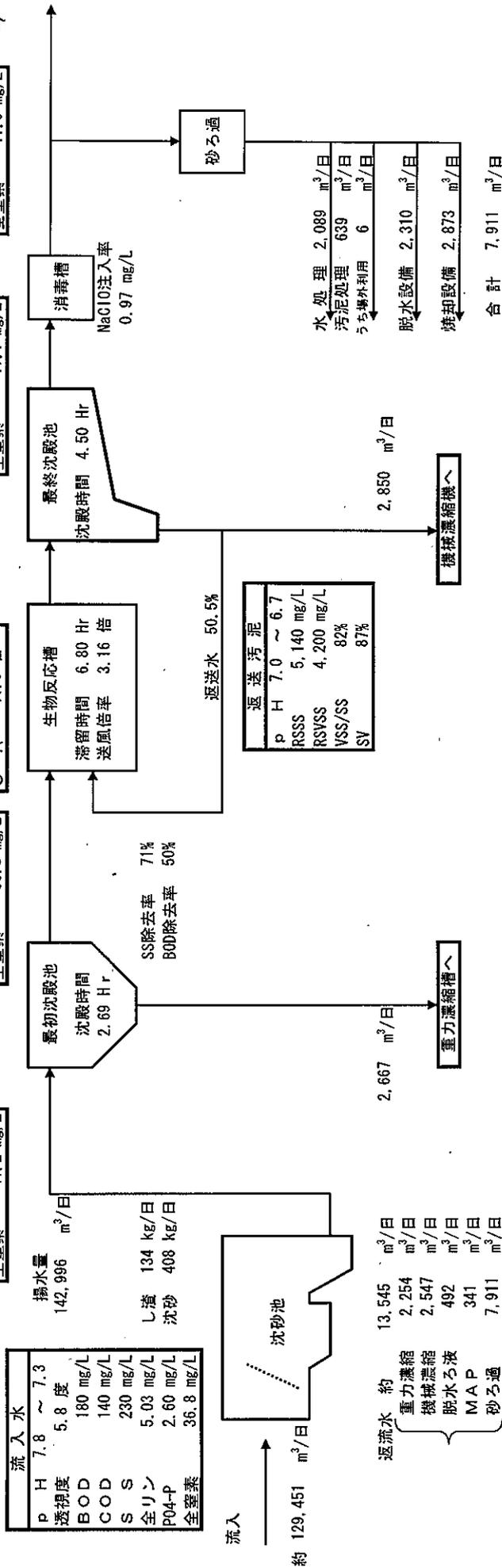
初沈 流出水	
P H	7.5 ~ 7.2
透視度	8.8 度
BOD	100 mg/L
COD	67 mg/L
S S	75 mg/L
全リン	4.73 mg/L
P04-P	3.23 mg/L
全窒素	33.8 mg/L

初沈 流入水	
P H	7.8 ~ 7.1
透視度	5.6 度
BOD	200 mg/L
COD	140 mg/L
S S	260 mg/L
全リン	6.36 mg/L
P04-P	3.67 mg/L
全窒素	41.2 mg/L

終沈 流出水	
P H	7.5 ~ 7.0
透視度	> 100 度
BOD	8.6 mg/L
COD	9.5 mg/L
S S	< 2 mg/L
全リン	0.20 mg/L
P04-P	0.09 mg/L
全窒素	17.7 mg/L

放流水	
P H	7.5 ~ 6.8
BOD	2.9 mg/L
COD	9.6 mg/L
S S	2 mg/L
全リン	0.17 mg/L
P04-P	0.09 mg/L
全窒素	17.9 mg/L

⇒ 目標9割



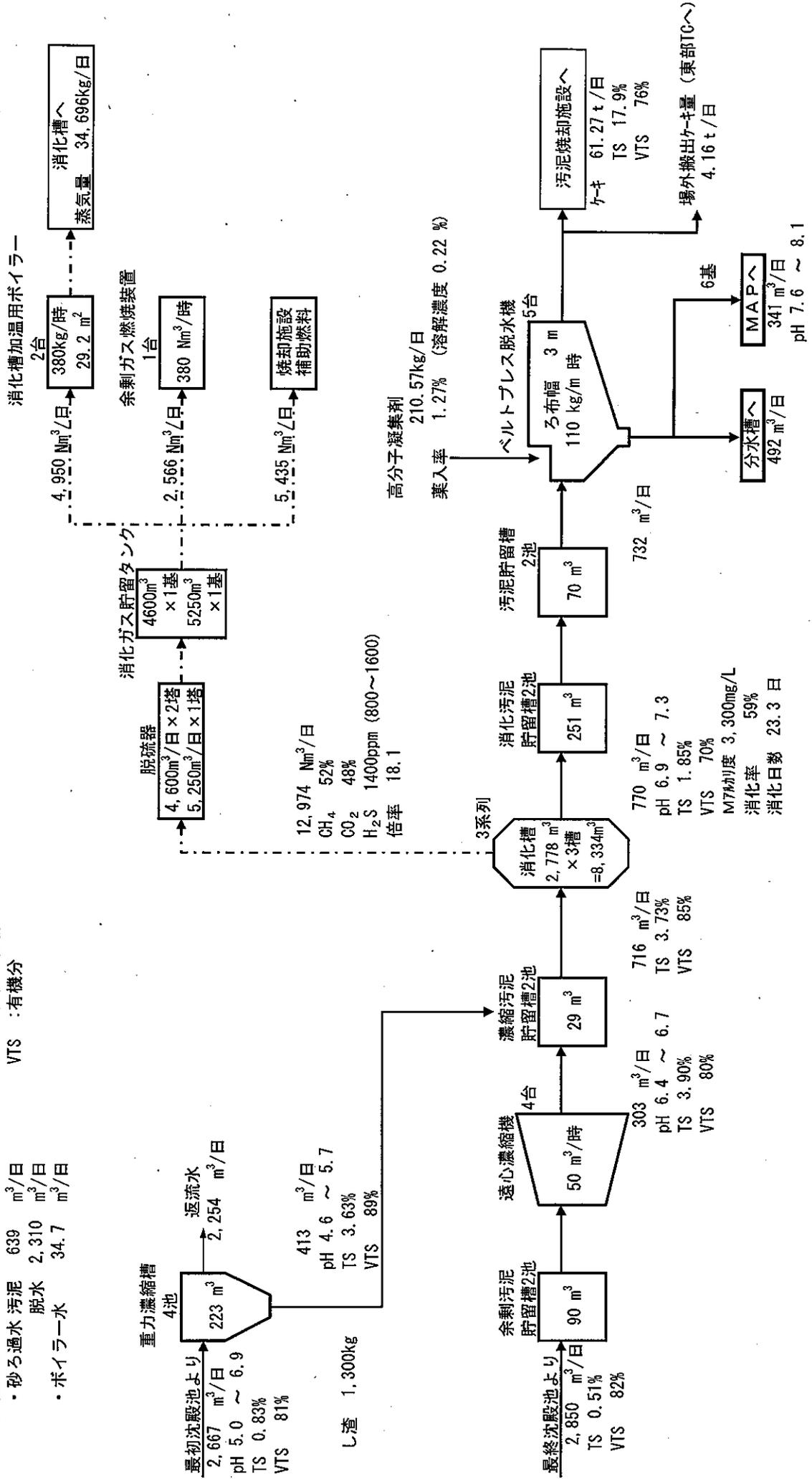
# 汚泥処理フローシート

(平成23年度 運転実績)

西部水処理センター

※ TS : 蒸発残留物  
VTS : 有機分

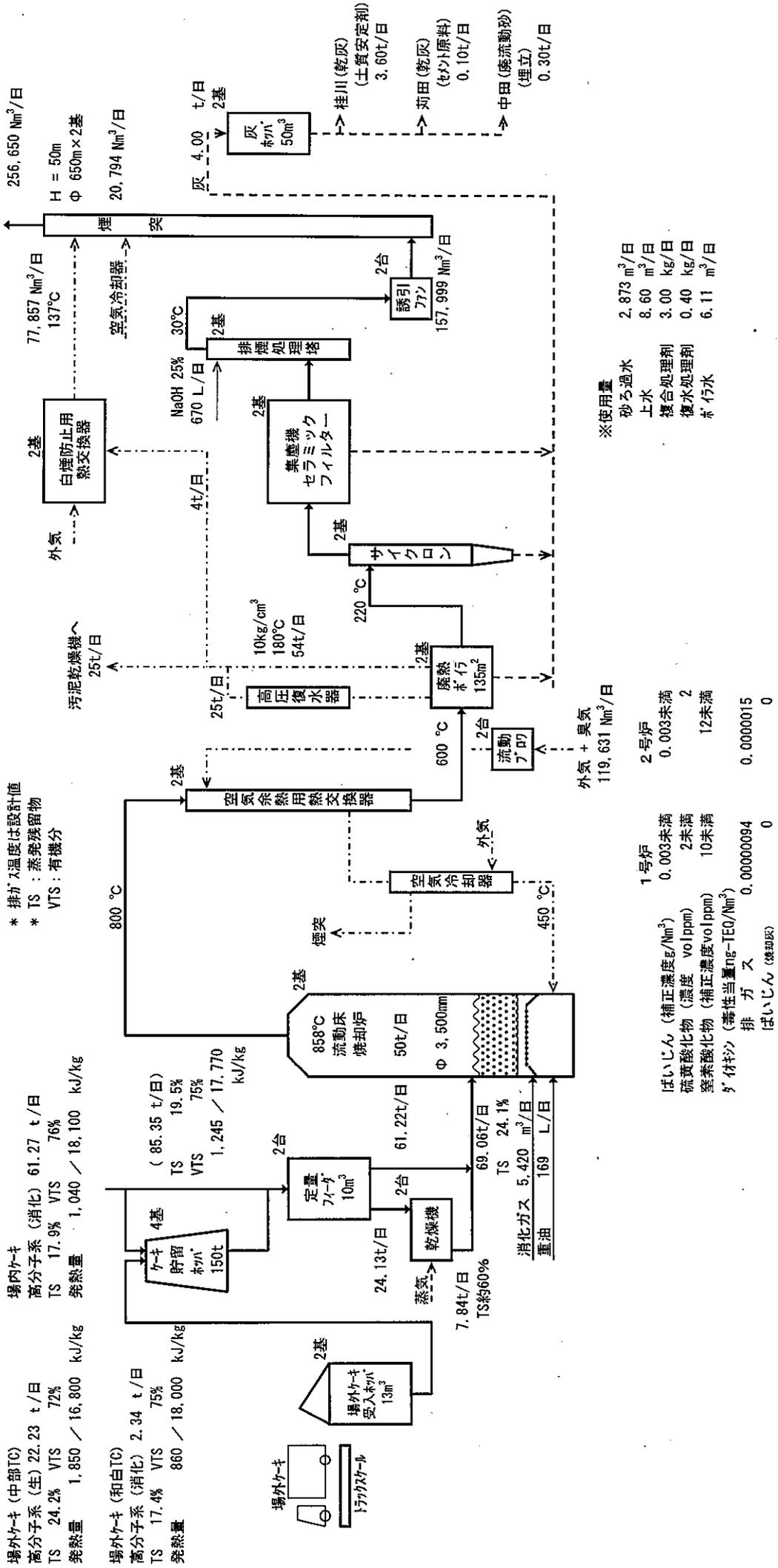
※ 使用量  
・ 砂ろ過水 汚泥 639 m<sup>3</sup>/日  
脱 水 2,310 m<sup>3</sup>/日  
・ ポイラー水 34.7 m<sup>3</sup>/日



# 污泥烧却施設フローシート

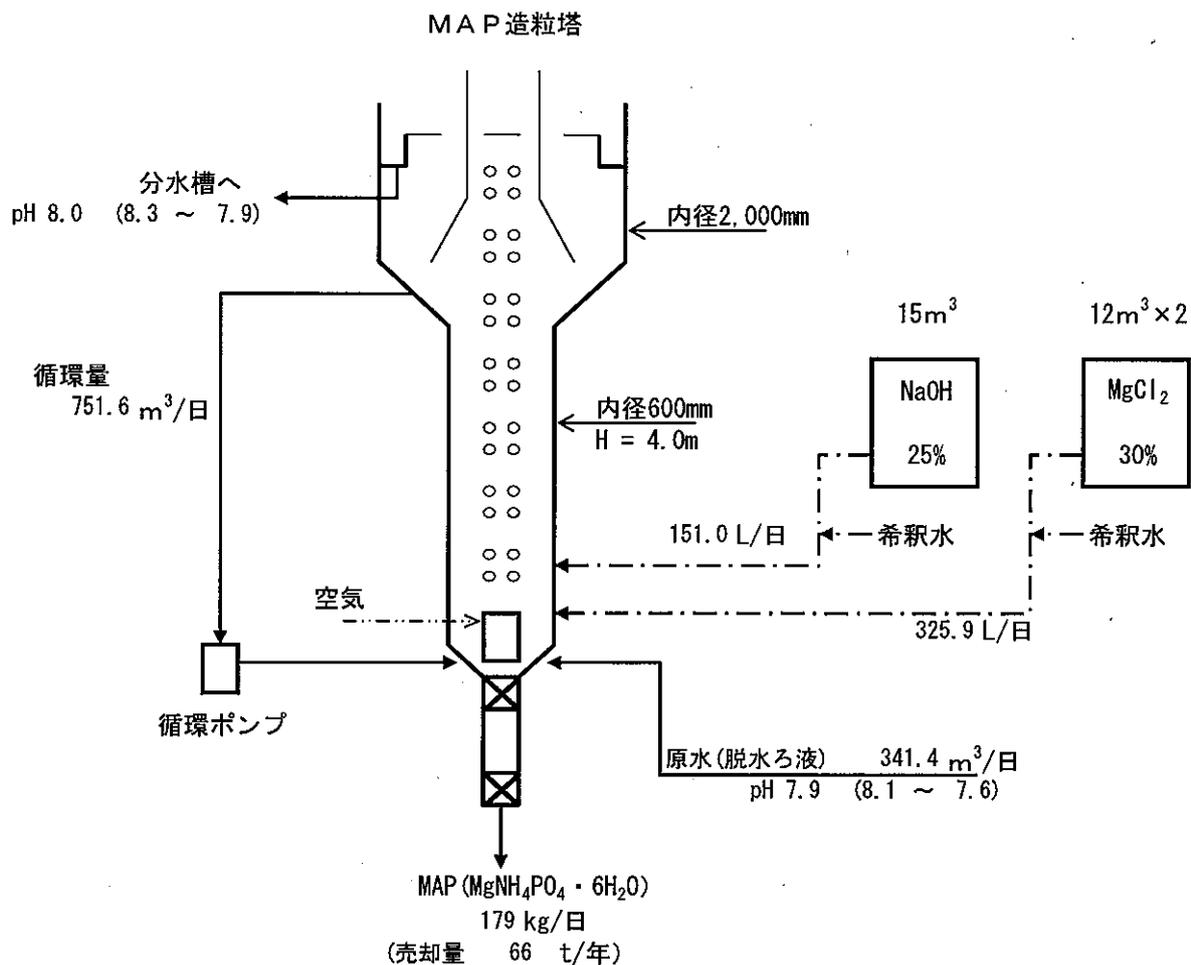
(平成23年度運転実績)

# 西部水処理センター



西部水処理センター MAP法処理装置フローシート

(平成23年度 運転実績)



設備名 項目	MAP設備					水処理			
	原水 mg/L	処理水 mg/L	除去率 %	回収率 %	添加率 mg/L	流入水 mg/L	終沈出 mg/L	放流 mg/L	除去率 %
全リン	—	—	—	—	—	5.03	0.20	0.17	96
T-PO <sub>4</sub> -P	323	105	67	30	—	—	—	—	—
S-PO <sub>4</sub> -P	272	97	65	38	—	2.60	0.09	0.09	97
T - S差	51	8	—	—	—	—	—	—	—
T - N	—	—	—	—	—	36.8	17.7	17.9	52
NH <sub>4</sub> - N	—	—	—	—	—	29.3	12.8	13.1	56
S - Mg	8.4	9.5	—	—	92.8	—	—	—	—
BOD	—	—	—	—	—	180	8.6	2.9	95
SS	—	—	—	—	—	230	<2	2	99

$$\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 24.3 + 14 + 4 + 31 + 16 \times 4 + 12 \times 96 = 245.3 \text{ (分子量)}$$