

## Water Quality Conservation in rural areas of Japan

— Case Study of Rural Sewerage Project —

Shigetaka Taniyama General Director of JARUS

Hideo Sugita Technical Expert of JARUS

In this presentation I would like to introduce the Rural Sewerage Project, subsidized by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF), for the purpose of water quality conservation and improvement of life in rural areas of Japan. Specifically, it will cover background information on the inauguration of the Project, its strong points, wastewater treatment technology and some of its problems, systems of the Project, etc.

### 1. Background concerning the inauguration of the Project

#### (1) Characteristics of rural areas and the role it plays

Rural areas, comprising about 90 % of the total area of Japan in which a large percentage of the population live (48 million inhabitants; about 40 % of Japan's total population) play a very important role in providing living and working space. Rural areas also play an important and diversified role in furnishing a steady supply of provisions, preserving land and the natural environment, providing the population with recreational green space and so on.

By comparing the characteristics of Japan's rural areas which play such roles with that of urban areas the following can be seen.

- rural areas are sparsely populated
- small villages are located at a distance from each other
- many villages are surrounded by farm land where exist a net of irrigation and drainage canals
- the canals and its surrounding banks serve as habitation for many precious animals and plants while forming green open areas

#### (2) Changes in the rural environment

Looking back upon the water quality environment in rural areas, until the 1950's, domestic graywater from houses was discharged into the canals or rivers and human and animal excreta was reused as precious fertilizer for the farm land. At that point, it was not necessary to take any conservational measures as the

quantity and pollutant load of the discharged water was still inconsequential and thus the balance between the total load of discharged water and the natural purification ability in the rural areas was maintained.

However, with the 1960's high economic growth in Japan, modernization and diversification of life-style in the rural areas brought about an increase of the quantity and pollutant load of domestic graywater. The resultant domestic graywater has been the cause of bad influences not only to the agricultural production environment like water pollution, growth impediment to crops and functional decline of irrigation and drainage facilities but also to the life environment like an increase in mosquitoes and flies and malodorous odor in the irrigation and drainage canals. (Refer to Fig-1)

On the other hand, along with the rise of the standard of living, a change in the Japanese consciousness has been observed. Instead of the pursuit of material wealth, a growing concern for the miserable living environment and water quality conservation, areas left behind in the rush for economic growth, has led to an increase in the awareness of the need for the conservation of nature and the improvement of the living environment. Particularly, when compared to the urban areas, the rural areas were recognized as being behind in infrastructures concerned with the life environment ; roads, water and sewage, etc. especially in the construction of wastewater treatment facilities. (Refer to Fig-2,3,4)

Under these circumstances, in 1970, the "Water Pollution Control Law" was enforced for the purpose of water quality conservation in public water body and MAFF established the "Water Quality Standards for Agriculture". The trend of the environmental administrative offices has clearly changed from quantity to quality.

### (3) Inauguration of the Project

With this background, MAFF has acknowledged the importance of water quality conservation in irrigation and drainage canals and the improvement of life environment in rural areas. With the coordinated arrangement of the agricultural production infrastructure and agricultural life environment as a goal, the much behind wastewater treatment facilities have become an area for active improvement.

In answer to various expectations, MAFF commenced, in 1972, the rural sewerage project as one menu of the integrated rural improvement projects. But with the swift rise of the need to fill the gap in the rural life environment when compared to that of urban areas, its allotted budget and technological skills were

determined to be insufficient. Thus in 1983, MAFF established the present project system, the Rural Sewerage Project(RSP), enlarged its budget, built up the organizations which systematically support it, founded the association which technically supports it and is promoting it in order to contribute to the water quality conservation in rural areas.

## 2. Characteristics of the Project (RSP)

### (1) Originality of the Project (RSP)

There are many projects for treating domestic wastewater being put into operation now in Japan : the Rural Sewerage Project (RSP) subsidized by MAFF, the Sewage Works Construction (SWC) subsidized by the Ministry of Construction and the Johkasou Installation Promotion Project (JIPP) subsidized by the Ministry of Health & Welfare.

The RSP looks more like the SWC than the JIPP because some performances of RSP are almost the same as SWC, such as after gathering domestic wastewater sending it to the treatment plant by sewers and treating it there. Johkasou is different from RSP in that it is installed in individual homes or buildings as private equipment. SWC also differs from RSP in the following ways :

- ① SWC constructs intensive, large scale treatment facilities in mainly densely populated urban areas.
- ② Without being reused, SWC's treated sewage water is discharged into a river or the sea as soon as possible.
- ③ SWC targets not only domestic wastewater but also storm water , industrial wastewater and so on.

RSP's originality lies in the fact that it takes into account and uses to its best advantage the roles and characteristics of the rural areas when planning, designing, etc. For example :

- ① Though Japan's rural area is sparsely populated when compared to urban areas, when looked at from the basis of individual settlements, these may be considered densely populated. Setting up one or more villages located in close vicinity to each other as a treatment district, it becomes possible to install a wastewater sewer and treatment plant cheaply.
- ② Settlements are surrounded by farm land, where there is a network of irrigation and drainage canals. By discharging the final effluent from the

plant directly into these canals, the water's natural process of purification ability can be used to further cleanse the it's water quality level. Thus, small scale treatment in each settlement has been verified as being more efficient than intensive large scale treatments. (Refer to Fig-5)

- ③ As settlements often function as an independent communal society, the support system necessary for operation and maintenance of a treatment plant is established and the background for joint labor is already laid.

## (2) Conditions necessary for separate small scale treatment plants

Instead of intensive large scale treatment system that SWC uses, RSP has chosen to use separate small scale treatment system to take advantages of the merits stated above.

Figuring from the average population of a settlement and the number of settlements in a treatment district, the scale of a treatment plant comes to little less than a thousand persons in principle. For such a rural wastewater treatment plant to function, several conditions need to be met as well as the technology which applies to these conditions need to be developed. Among the conditions needed to be met are the following:

### ① Easy operation and maintenance

In case of a small scale treatment plant of little less than a thousand persons in principle, stationing an operator at each plant becomes difficult and usually a circuit operator is employed, making a plant simple and easy to operate and maintain essential.

### ② Stable and high water quality of final effluent

Treated sewage from rural wastewater treatment plants is frequently discharged in rivers or irrigation and drainage canals and is reused downstream as irrigation water. In this way, treated water becomes part of the rural district's water recycled system. Therefore, a stable and high water quality of final effluent is required.

The following fulfill the minimum requirements for the water quality standards of final effluent from rural wastewater plant:

BOD 20 mg/l (daily average value)

SS 50 mg/l (daily average value)

### ③ Adaptation to small scale treatment

Because the influence fluctuation is big in a small scale treatment plant of little less than a thousand persons in principle, a strong adaptability is

indispensable against the hourly fluctuations.

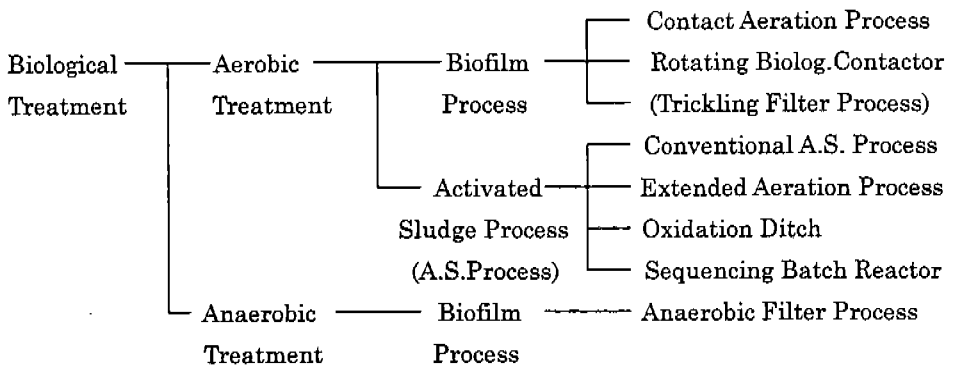
Also, since SWC uses intensive large scale treatment and Johkasou is for private use, the unit equipment, machinery used are either too big or too small for RSP's standards. Consequently, RSP needs to create an original total system adapted to small scale wastewater treatment.

### 3. Domestic wastewater treatment processes and JARUS type plants

#### (1) Domestic wastewater treatment processes

According to the principle of treatment, I'll classify and introduce some treatment processes that have been mainly applied to small domestic wastewater treatment plants now in Japan. The processes are as follows.

Table -1 A list of wastewater treatment processes



[Note 1] Secondary treatment & Biological treatment

Secondary treatment is a process removing pollutant that cannot be removed by primary treatment. By this definition, physical or chemical treatment like filtration, absorption, coagulation, ion exchange and so on is put under the category of second treatment. But today in Japan, these treatments need high installation cost or high grade technique, therefore, biological treatment is mainly applied as a secondary treatment.

[Note 2] Biofilm process & Activated sludge process

Biofilm process is a kind of treatment method in which raw wastewater and microorganisms are mixed, oxidized and purified under dissolved oxygen. In this process, microorganisms are fixed above filter media as a biofilm. Therefore, the characteristic of this process depends on an absolute quantity of microorganisms in a reactor as a fixed biofilm.

In activated sludge process, microorganisms are suspended in a reactor as

activated sludge. Therefore, the characteristic of this process depends on return sludge volume to a reactor.

These processes shown in Table-1 have such characteristics. In the Rural Sewerage Project, it's very important to select the process after consideration of these characteristics and the necessary conditions for small scale wastewater treatment plant.

The JARUS type plants as follows are concretely developed cases.

## (2) The JARUS type plants

The Japanese Association of Rural Sewerage(JARUS) adopted contact aeration process among many biofilm processes and sequencing batch reactor among many activated sludge processes as the main processes of the JARUS type plants. The reasons are as follows :

Contact aeration process has many advantages ; i.e., getting a stable efficiency for wastewater treatment against changeable discharge volume, operating a plant easily without returning sludge, the quantity of excess sludge is minimal . It's because this process can store an absolute quantity of microorganisms in a reactor as a fixed biofilm that it is advantageous.

Sequencing batch reactor (process) has many advantages ; i.e., this process doesn't need return sludge equipment because a reactor can be used both as a sedimentation and a aeration tank, getting a stable efficiency for wastewater treatment without bulking because anoxic & aerobic condition and nitrification & denitrification can occur independently and sedimentation can also occur without flow of influent & effluent, also getting high nitrogen removal efficiency by batch operation.

JARUS has already developed many JARUS type plants. JARUS type – I to JARUS type – V were mainly composed of contact aeration process with sedimentation-storage tank or anaerobic filter tank for the purpose of adding some efficiency, i.e., decreasing influent load or biological nitrogen removal. JARUS type – X I and X II were mainly composed of sequencing batch reactor process with flow regulating tank against changeable discharge volume.

## (3) Target water quality and Actual results of treated effluent of JARUS type plants

Referring to the list, target water quality and actual results of JARUS type plants which have already been developed. (Refer to Table-2,3.)

From Table-3, the actual results of JARUS type plants are all under the water

quality standards of treated effluent(BOD20mg/l SS50mg/l) and particularly the actual results of T-N.T-P removal efficiency of JARUS type X I to XIV are very excellent.

#### 4. Project System and Achievements

##### (1) Project System

The Project is put into operation by the municipality in principle. Part of the construction cost is funded by both MAFF and the prefectural government. In 1983, under the authorization of MAFF, the Japanese Association of Rural Sewerage(JARUS) was established as a public corporation, having many municipalities as members. JARUS has since provided technical development activities, investigation/research activities, publicity activities and consultation to the municipalities in every stage of RSP.

After construction of the plant, the municipality has the responsibility for the operation and maintenance of the plant and sewer, but simple and daily maintenance is put into the hand's of organizations comprised of residents from settlements.

(Refer to Fig-6)

##### (2) Achievements and Goals of the Project

###### ① Project's budget results

In 1983, subsidized by MAFF, the Project started with a budget of about two billion yen. In 1998, fifteen years later, 134.1 billion yen had been appropriated its budget. In total, over the past fifteen years, MAFF has subsidized about 2.9 trillion yen for the Project.

###### ② Achievement in the number of the treatment districts

By 1992, about 4100 treatment districts had been adopted as RSP. Of these, by March of 1988, about 2000 districts have had their plants and sewers completely finished.

(Refer to Fig-7)

As to the number of settlements, by 1998, about twelve thousand had been adopted with about 4800 completed. In total, with the number of inhabitants covered under RSP coming to about 1,290,000, RSP's is proud of its contribution to the conservation of water quality in rural areas.

###### ③ Goal for the year 2006

According to MAFF's plan, by the year 2006, implementation of RSP in 35 thousand settlements of the 122 thousand in agricultural promotion area is given as its

goal.

#### 5. Points to be further developed

Concerning domestic wastewater treatment in rural areas, the arrangement ratio of constructing plants is steadily improving according to the promotion of RSP, SWC, Johkasou, etc. Consequently, the following are necessary :

- More positive promotion of RSP (not only the construction of new plants but also the renewal of old ones)
- Establishment of a system for proper operation and maintenance of the plants
- Continuation of technical development to create an advanced treatment plant able to totally remove nitrogen, phosphorus, etc. cheaply in order to reduce even further the pollution load in the natural environment.

MAFF, and organizations and persons concerned have promoted RSP as a land improvement project, and it has contributed to the advancement of life-style and water quality conservation in rural areas. It is generally agreed that in the near future the following points will become more important to the promotion of this land improvement project:

##### (1) The establishment of a circulatory system for regional resources

In order to change from the heretofore mass production, mass consumption, mass scrap society to a resource circulatory oriented one, it becomes imperative to establish a sustainable resource circulatory system that can coexist with the modern production process and life-style. To this end the following are required :

- ① sustainable water circulatory system
- ② sustainable organic resources circulatory system
- ③ clean energy utilization system

##### (2) The realization of comprehensive control of water resources in rural areas

Up to now, for the realization of efficient and stable agricultural production, the main emphasis has been upon securing absolute quantity of water resources in rural areas. In recent years, an increase in new limiting factors for further water resource developments along with a prominent deterioration of water quality in all districts is the present state of the matter.

In order to realize advanced water use in rural areas, it becomes essential to set up a comprehensive water control system that fulfills the requirements for water quality as well as quantity.



(3) Active application of natural purification ability

With the help of aquatic plants, etc. irrigation and drainage canals possess a natural purification ability. It is needful to investigate reasonable and efficient treatment processes; for example, a process that actively employs nature's purification ability by using the canals and idle paddy fields to be found in all areas.

In ending, I would like to say :

While our daily life becomes more convenient through economic growth and technical innovations, the environment suffers from an ever increasing pollution load. As we are so blessed, we must, then find a way to lighten the environment's load, a solution through technology and administrative skills. RSP is Japan's way of addressing this challenge. In Asian countries, enriched by their paddy field agriculture, the implementation of rural sewerage projects adapted to their own climates, state of affairs, etc. is the common challenge to be addressed.

Finally, I would be most happy if this presentation is in anyway of any help to any of you.

**Table-2 JARUS type sewage treatment facilities**

JARUS-Type Name	Treatment Process	Target treatment water quality					The Number of Facilities (1998)
		BOD mg/ l	SS mg/ l	COD mg/ l	T-N mg/ l	T-P mg/ l	
I Type	Contact Aeration Process [Prepositioned Sedimentation/Septic Tank Type]	20	50	-	-	-	492
II Type	Contact Aeration Process [Combined Anaerobic Biofilter Type]	20	50	-	20	-	26
III Type	Contact Aeration Process [Combined Anaerobic Biofilter Type]	20	50	-	-	-	1,171
IV Type	Contact Aeration Process [Combined Anaerobic Biofilter Type]	20	50	-	20	-	74
IV.Type	Contact Aeration Process and Conventional Activated Sludge Process	20	50	-	20	-	0
V Type	Contact Aeration Process [Combined Anaerobic Biofilter Type]	20	50	-	-	-	142
SType	Contact Aeration Process [Prepositioned Sedimentation/Septic Tank Type]	20	50	-	-	-	74
XI Type	Sequencing Batch Reactor Process	20	50	-	-	-	516
XII Type	Sequencing Batch Reactor Process	20	50	-	15	-	115
XII.Type	Sequencing Batch Reactor Process	10	15	15	15	3	126
XIII Type	Sequencing Batch Reactor Process	10	15	15	10	1	0
XIV Type	Intermittent Aeration Process	20	50	-	15	-	373
XIV.Type	Intermittent Aeration Process	20	50	-	15	3	0
XV Type	Intermittent Aeration Process	10	15	15	10	3	31
ODType	Oxidation Ditch Process	20	50	-	-	-	252

Table-3 Actual results of JARUS type plants

type	BOD		SS		T-N		T-P	
	inflow water	treatment water	inflow water	treatment water	inflow water	treatment water	inflow water	treatment water
JARUS- I	195 (63)	14 (63)	194 (63)	8 (63)	43.3 (63)	23.6 (63)	5.4 (63)	3.0 (63)
- II	199 (20)	13 (20)	174 (20)	6 (20)	40.4 (20)	19.0 (20)	5.1 (20)	3.1 (20)
- III	156 (50)	15 (50)	168 (50)	6 (50)	37.9 (50)	27.3 (50)	4.7 (50)	2.7 (50)
- IV	168 (44)	7 (44)	145 (44)	4 (44)	35.5 (44)	14.7 (44)	4.5 (44)	2.8 (44)
- V	153 (40)	13 (40)	142 (40)	5 (40)	33.3 (40)	24.6 (40)	4.8 (40)	3.4 (40)
<b>total of Biofilm-process</b>	<b>173 (217)</b>	<b>13 (217)</b>	<b>167 (217)</b>	<b>6 (217)</b>	<b>38.4 (217)</b>	<b>22.4 (217)</b>	<b>4.9 (217)</b>	<b>3.0 (217)</b>
JARUS- XI	156 (45)	4 (45)	206 (45)	4 (45)	32.2 (45)	5.9 (45)	4.5 (45)	1.4 (45)
- XII	171 (67)	5 (67)	192 (67)	5 (67)	39.1 (67)	7.4 (67)	4.7 (67)	1.7 (67)
- XIII	217 (22)	3 (22)	157 (22)	3 (22)	38.6 (22)	5.6 (22)	4.3 (22)	1.4 (22)
<b>total of Activated Sludge Process</b>	<b>174 (134)</b>	<b>4 (134)</b>	<b>191 (134)</b>	<b>4 (134)</b>	<b>36.7 (134)</b>	<b>6.6 (134)</b>	<b>4.6 (134)</b>	<b>1.6 (134)</b>

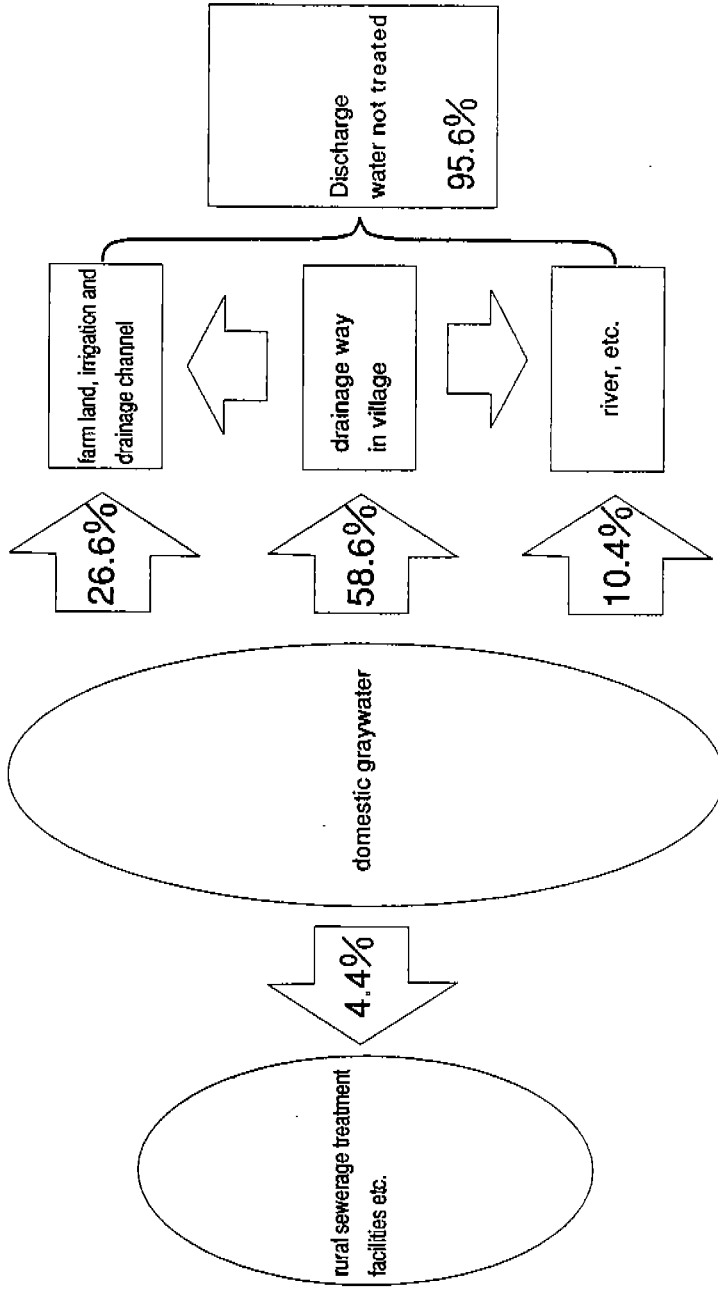
[※] 1. It is Actual results of treated effluent of 87 JARUS type plants

from 1985 to 1994.

2. It is shown in units of mg/l and daily average value.

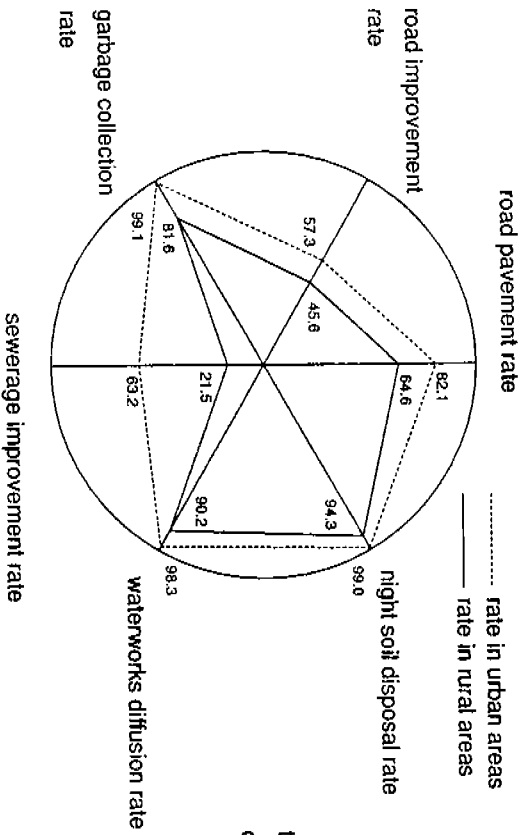
Numbers in ( ) show the analyzed data number value.

3. Numbers on the space of total of Biofilmprocess & total of Activated Sludge Process include the analyzed data number value.



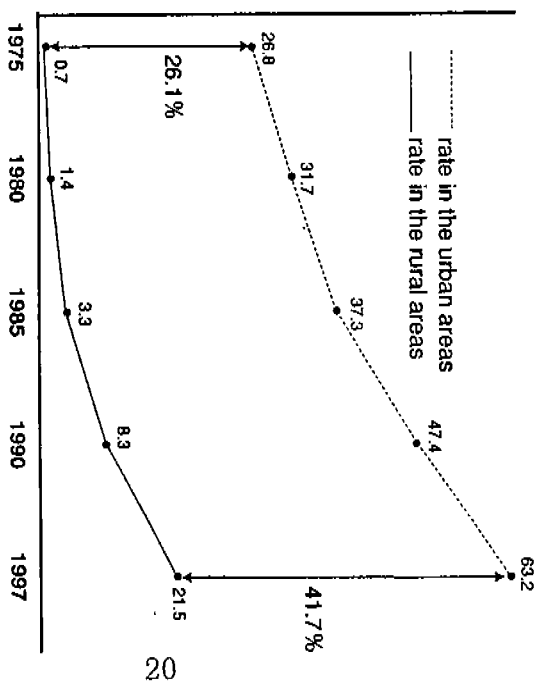
※ It is the rate in the rural area.  
 the data quotes from the inv. of actual situation by the National Land Agency in March '95.

Fig-1 Discharge of domestic graywater in the rural areas



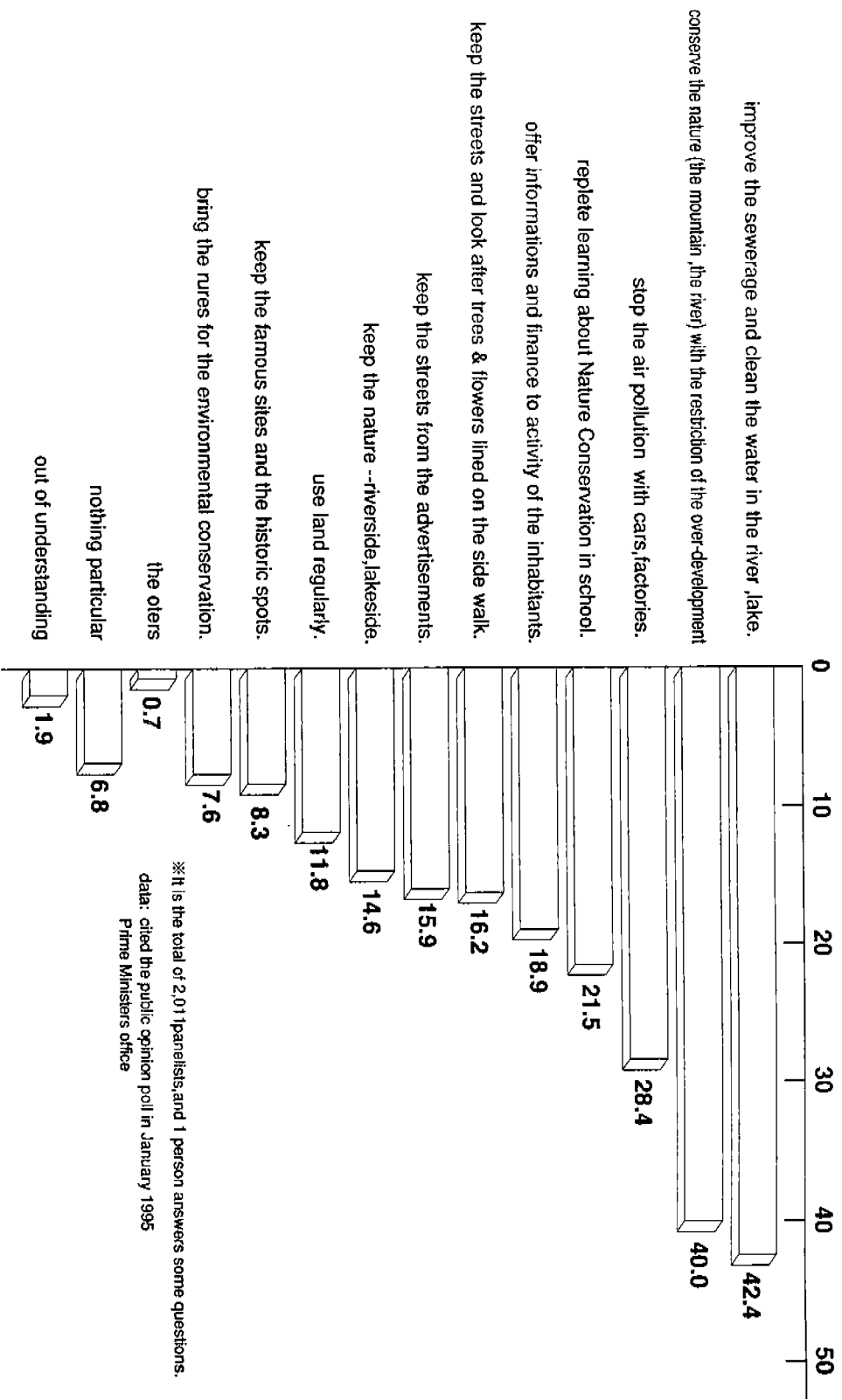
**Fig -2 Improvement of the living environment in the urban areas and the rural areas**

**the improvement rate of the wastewater treatment facilities(%)**



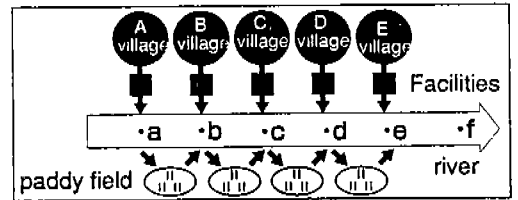
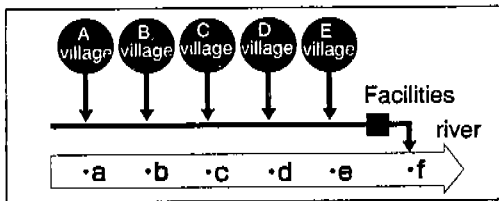
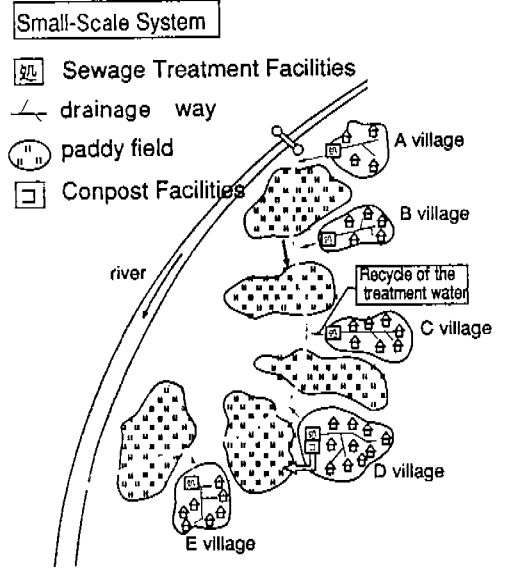
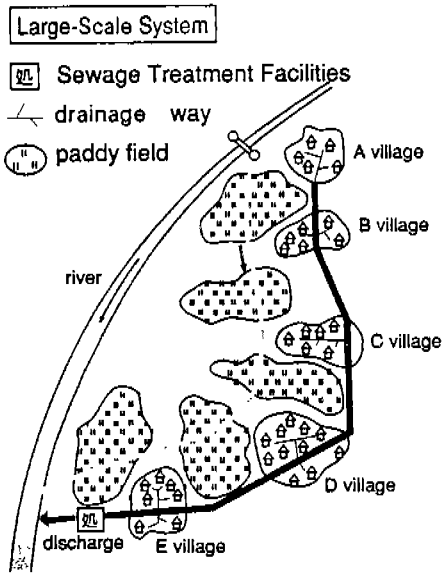
**Fig-3 Spread of the wastewater treatment facilities**

※the spread of the wastewater treatment facilities includes the sewerage and the rural sewerage facilities  
 ※ the urban areas are the cities with a population of 100,000.  
 ※data: the investigation of the public facilities(in march 1999)

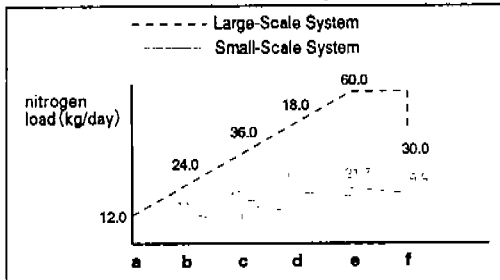


※It is the total of 2,011panelists,and 1 person answers some questions.  
 data: cited the public opinion poll in January 1995  
 Prime Ministers office

Fig-4 Function of administration for the conservation in the districts

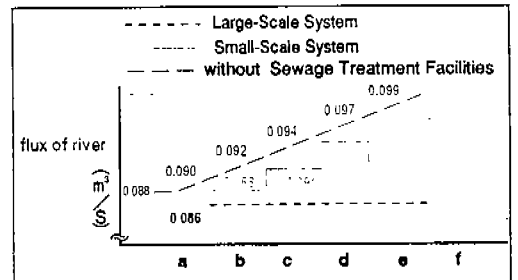


Simulation for the benefit of water quality conservation



- ※ 1,000 people lives in each Villages (A-E)
- ※ the rate of the clear nitrogen is 50% with Sewage Treatment Facilities
- ※ the distance between villages ; 2 km (e-f : 1km)  
the coefficient of self cleaning ability of river ; 1.0/day

Simulation of river discharge



- ※ river side area of 20km<sup>2</sup>
- ※ water for domestic use 200 l /1person, a day -----without Sewage Treatment Facilities  
250 l /1person, a day -----with Sewage Treatment Facilities  
by the popularize of the water closets.

Fig-5 Comparison small scale system with large scale system

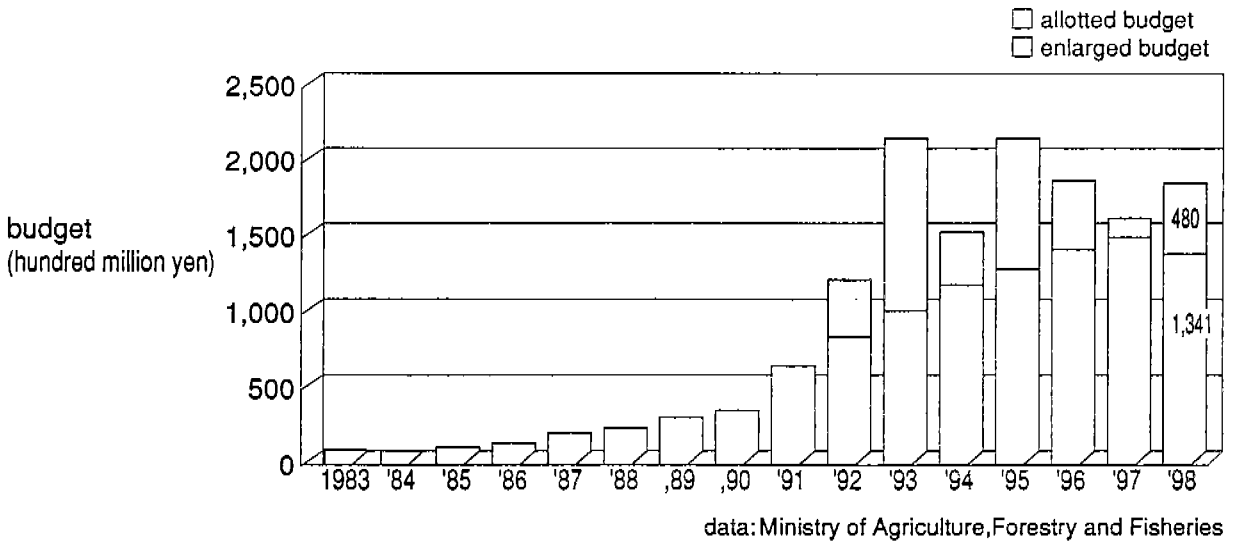


Fig-6 Change of the budget of projects

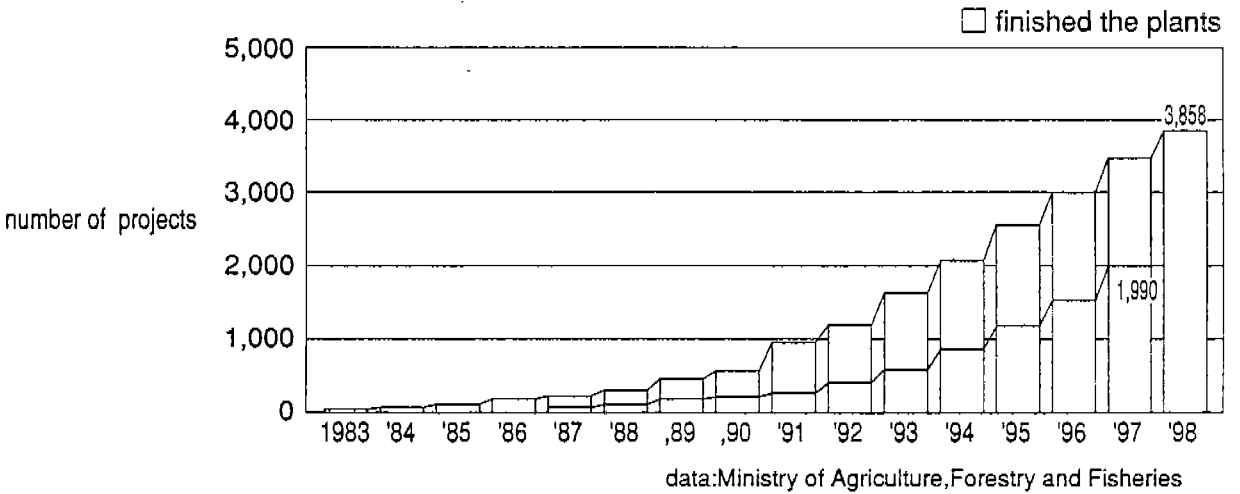


Fig-7 Change of the number of projects



# 일본 농촌지역의 수질 보전

## Water Quality Conservation in Rural Areas of Japan

Shigetaka Taniyama · Hideo Sugita

일본 農業集落排水協會 이사장 · 전문가

### 요약

일본의 농촌지역에서의 수질보전과 생활개선을 위해 일본 농림수산성이 보조하는 농촌 오폐수처리사업을 소개한다. 특히 사업 시행의 배경, 사업의 장점, 오폐수처리기술과 문제점, 사업 조직 등을 다룬다.

## 1. 사업 시행의 배경

### 1.1 농촌지역의 특성과 그 역할

일본 국토의 약 90%를 차지하고 전체 인구의 약 40%(48백만인)가 살고 있는 농촌지역은 생활 및 작업 공간으로 중요한 역할을 하고 있다. 농촌지역은 또 식량을 안정적으로 공급하고 토지와 자연환경을 보존하며 사람들에게 휴식장소 등을 제공한다.

이런 역할을 하는 농촌지역의 특성을 도시지역과 비교하면 다음과 같은 것을 알 수 있다.

- 인구가 희박하다.
- 작은 마을들이 서로 분산되어 위치한다.
- 많은 마을들이 관개 배수 수로망이 있는 농지로 둘러싸여 있다.
- 수로와 그 주변의 제방은 많은 동식물의 거주장소가 되며 녹색의 개방공간을 형성한다.

### 1.2 농촌환경의 변화

농촌지역의 수질환경을 되돌아보면 1950년대까지는 가정의 오폐수가 수로나 하천으로 배출되고 사람과 가축의 배설물은 농지에 귀중한 비료로 사용되었다. 이 때에는 농촌지역에서 배출수의 오염도와 자연정화능력사이에 평형이 유지되어 수질보전 대책이 필요하지 않았다.

그러나 1960년대의 높은 경제성장에 따라 농촌지역 생활 형태의 현대화와 다양화로 가정 오폐수의 양과 오염도가 증가하였다. 이러한 가정 오폐수는 수질오염, 작물생육장애, 관개배수시설의 기능장애 등 농업생산환경뿐만 아니고 모기와 파리의 증가, 용배수로에서의 악취 등 생활환경에도 나쁜 영향을 주게 되었다.(그림 1 참조)

한편, 생활수준의 향상에 따라 일본인의 의식에도 변화가 생겼다. 물질적인 부의 추구 대신에 빈약한 생활환경, 수질보전 등 경제성장 추구에서 낙후된 분야에 대한 관심이 커지고 자연의 보존과 생활환경의 개선에 대한 욕구가 크게 증가하였다. 특히, 도시지역과 비교해서 농촌지역은 생활환경과 관련되는 사회간접시설 즉 도로, 상하수도, 특히 오폐수처리시설의 설치면에서 뒤진 것으로 인식되었다.(그림 2, 3, 4 참조)

이런 상황에서 1970년에 공공수역에서의 수질보전을 목적으로 “수질관리법”이 제정되었고 농림수산성은 “농업용수 수질기준”을 제정하였다. 이로써 환경관련 관정의 관심이 물의 양에서 질로 바뀌게 된 것이다.

### 1.3 사업의 시작

이런 배경에서 농림수산성은 용배수로에서의 수질보전과 농촌지역 생활환경개선의 중요성을 알게 되었다. 농업생산기반과 농업생활환경을 하나의 목표로 조정함으로써 크게 뒤떨어져 있던 오폐수처리시설이 각광을 받게 되었다.

이에 부응하여 농림수산성은 1972년에 농촌종합개발사업의 한 부분으로 농촌 오폐수처리사업을 시작하였다. 그러나 도시지역과 비교하여 농촌생활환경의 부족을 메우기에는 배정된 예산과 기술이 충분하지 못하였다. 그래서 1983년에 농림수산성은 현재의 사업 시스템인 “농촌오폐수사업(RSP)”을 설정하여, 예산을 확대하고 이 사업을 계통적으로 지원할 조직을 설립하고 또 이 사업을 기술적으로 지원하며 추진할 협회를 발족시켰다.

## 2. 사업(RSP)의 특성

### 2.1 사업의 독창성

지금 일본에서 시행중인 가정 오폐수처리사업은 여러 가지가 있다. 즉, 농림수산성이 보조하는 RSP(Rural Sewerage Project), 건설성이 보조하는 SWC(Sewage Works Construction), 그리고 보건복지성이 보조하는 JIPP(Johkasou Installation Promotion Project) 등이다.

RSP는 가정 오폐수를 모으고 처리장으로 보내어 처리하는 것 등이 SWC와 거의 같기 때문에 JIPP보다는 SWC에 가깝다. JIPP는 개별 가정이나 건물에 개인 소유물로 설치되는 것이어서 RSP와 다르다. 그리고 SWC는 다음과 같은 면에서 RSP와 다르다.

- 1) SWC는 인구 밀집의 도시지역에서 대규모의 종합처리시설을 만든다.
- 2) SWC의 처리수는 재이용되지 않고 될수록 빨리 하천이나 바다로 보낸다.
- 3) SWC는 가정 오폐수뿐만이 아니고 우수, 공업 폐수 등도 다룬다.

RSP의 독창성은 계획과 설계 등에 있어서 농촌지역의 역할과 특성을 고려하고 그 것들을 가장 잘 이용하는데 있다. 예를 들면;

- 1) 일본의 농촌지역이 도시지역에 비하여 인구가 작지만 각 마을 단위로 보면 인구밀도가 크다고 볼 수 있다. 서로 가까이 있는 마을들을 하나의 처리구역으로 묶으면 하수도와 처리장을 값싸게 설치할 수 있는 가능성이 있다.
- 2) 마을은 용배수로망이 있는 농지로 둘러싸여 있다. 처리장에서 처리수를 직접 이들 수로로 배출함으로써 수로의 자연정화 능력을 활용하여 수질을 더 좋게 할 수 있다. 각 마을에 있는 소규모 처리장이 대규모 종합처리장보다 더 효율적인 것이 증명되고 있다.(그림 5 참조)
- 3) 마을은 독립된 공동사회의 기능을 가지기 때문에 처리장의 유지관리에 필요한 지원을 할 수 있고 노동력의 공급원이 된다.

### 2.2 분리된 소규모 처리장의 조건

SWC가 채용하는 대규모 종합처리장 대신에 RSP는 위에서 언급한 이점을 위해 분리된 소규모 처리장을 채택하였다.

한 마을의 평균 인구와 한 처리구역의 마을 수를 고려하여 처리장의 규모는 원칙적으로 1,000인보다 조금 작게 한다. 이러한 농촌지역 처리장이 기능을 발휘하기 위해서는 몇 가지 조건을 충족시켜야 하고 이들 조건에 적용하는 기술이 개발되어야 한다. 충족되어야 할 조건들은 다음과 같다.

가. 유지관리가 용이할 것

1,000명 약간 이하의 소규모 처리장에서는 처리장마다 관리자가 주재하는 것은 곤란하고 보통 순회 관리자를 두기 때문에 시설이 단순하고 유지관리가 쉬워야 한다.

나. 최종배출수의 수질이 안정되고 좋을 것

처리장으로부터의 처리수는 하천 또는 용배수로에 배출되어 하류에서 관개용수로 재이용되는 경우가 많다. 이렇게 하여 처리수는 농촌지역의 물 재이용 시스템의 일부가 된다. 그러므로 최종 배출수의 수질이 안정되고 좋아야 한다.

다음은 최종 배출수의 수질기준이다.

BOD : 20mg/L (매일 평균치)

SS : 50mg/L (매일 평균치)

다. 소규모 처리장에의 적용

1,000명 약간 이하의 소규모 처리장에서는 변동의 영향이 크기 때문에 시간적인 변동에 대한 적응성이 커야 한다.

· 또한, SWC가 대규모 종합처리장이고 JIPP가 개인용을 위한 것이어서 RSP의 기준으로는 단위장비가 너무 크거나 너무 작다. 따라서 RSP는 소규모 처리장에 적용하는 독창적인 처리 시스템을 개발할 필요가 있다.

### 3. 오폐수처리 방법과 JARUS형 처리장

#### 3.1 가정 오폐수 처리방법

처리의 원리에 따라 현재 일본에서 소규모 가정 오폐수처리장에 사용되는 처리방법을 소개하면 다음과 같다.

표 1. 오폐수 처리방법

생물학적 처리	호기성 처리	Biofilm 방법	접촉폭기 방법
			Rotating biolog. contactor (Trickling filter 방법)
			Conventional A.S. 방법
		Activated sludge 방법 (A.S. 방법)	Extended aeration 방법
			Oxidation ditch
			Sequencing batch reactor
	혐기성 처리	Biofilm 방법	Anaerobic filter 방법

(주 1) 2차 처리 및 생물학적 처리

2차 처리는 주 처리과정에서 제거할 수 없는 오염물질을 제거하는 과정이다. 이 정의에 따르면, 여과, 흡수, 응고, 이온교환 등의 물리적 또는 화학적 처리가 2차 처리에 속한다. 그러나 현재 일본에서는 이들 처리방법이 많은 설치비와 높은 기술을 필요로 하기 때문에 주로 생물학적 처리법을 2차 처리법으로 채용하고 있다.

(주 2) Biofilm 방법 및 Activated sludge 방법

Biofilm 방법은 오폐수와 미생물을 섞어서 용존산소 속에서 산화시키고 정화하는 처리방법이

다. 이 방법에서는 미생물이 biofilm으로서 필터 매체 위에 붙어 있다. 그러므로 이 방법의 특성은 고착된 biofilm으로서 반응장치(reactor)내에 있는 미생물의 절대량에 따라 좌우된다.

Activated sludge 방법에서는 미생물이 activated sludge로서 반응장치내에 떠 있다. 그러므로 이 방법의 특성은 반응장치내로 되돌아오는 sludge의 양에 따라 좌우된다.

표 1에 제시된 방법들은 이런 특성을 가지고 있다. RSP에서는 이들 특성과 소규모 처리장에 대한 필요 조건을 고려한 후에 방법을 선정하는 것이 중요하다. 다음에 설명하는 JARUS형 처리장은 이렇게 개발된 예이다.

### 3.2 JARUS형 처리장

일본농업집락배수협회(JARUS)는 여러 biofilm 방법 중에서 접촉 폭기 방법을 채용하고, 여러 가지 Activated sludge 방법 중에서 연속 배치 반응장치를 JARUS 형 처리장의 주된 방법으로 채택하였는바 그 이유는 다음과 같다.

- 접촉 aeration 법은 수량이 변해도 안정된 폐수처리효율을 얻을 수 있고 슬러지를 순환하지 않고서도 처리장을 쉽게 운전할 수 있고 초과 슬러지의 양이 적은 이점이 있다. 이것은 반응장치내에 고착된 biofilm으로 많은 양의 미생물을 저장할 수 있기 때문이다.

- 연속 배치 반응장치는 반응장치가 침전 및 폭기 탱크의 두 가지 역할을 하여 순환 슬러지 장비를 필요로 하지 않고, 무산소 및 호기성 조건과 질화 및 탈질화가 독립적으로 일어날 수 있고 침전이 유입 및 유출의 흐름이 없어도 생길 수 있기 때문에 부풀기(bulking) 없이 폐수처리의 안정적 효율을 얻을 수 있으며, 또한 배치 운전에 의해서 높은 질소 제거효율을 가지고 있다.

JARUS형 처리장에는 여러 가지가 있다. JARUS-I~JARUS-V는 유입부하를 줄이거나 생물학적 질소 제거 등 효율을 향상시키기 위한 목적으로 침전 저장탱크 또는 혐기성 필터 탱크를 가진 접촉 폭기법으로 주로 구성되어 있다. JARUS-XI과 XII는 유량이 변하는데 대비하여 흐름조절탱크를 가진 연속 배치 반응장치로 구성되어 있다.

### 3.3 JARUS형 처리장 처리수의 목표 수질과 실제 수질

표 2와 3은 이미 개발된 JARUS형 처리장의 목표 수질과 실제 수질을 각각 나타낸다.

표 3에서 JARUS형 처리장의 실제 수질이 모두 처리수의 수질기준(BOD 20mg/L, SS 50mg/L)보다 낮고 특히 JARUS-XI과 XII의 T-N, T-P 제거효율은 대단히 좋다.

## 4. 사업 조직과 성과

### 4.1 사업 조직

이 사업은 원칙적으로 지자체(시읍면)에 의해 운영된다. 건설비의 일부는 농림수산성과 지방정부가 지원한다. 1983년에 농림수산성의 인가로 일본집락배수협회(JARUS)가 많은 지자체를 회원으로 하는 공법인으로 설립되었다. JARUS는 기술개발업무, 조사/연구활동, 지자체에 대한 홍보활동 및 기술자문 등을 수행하고 있다.

처리장의 설치 후 지자체는 처리장과 하수관로의 유지관리 책임을 지지만, 단순한 일상 유지하는 마을의 거주자들로 구성된 마을조직이 담당한다.

## 4.2 사업의 성과와 목표

### 가. 사업 예산

이 사업은 1983년에 농림수산성의 보조, 약 20억엔의 예산으로 시작하였다. 15년 후인 1998년에는 1,341억엔의 예산이 여기에 배정되었다. 지난 15년간 이 사업에 농림수산성이 보조한 총액은 약 2조9천억엔에 달한다.

### 나. 처리 구역에서의 성과

1992년까지 약 4,100 처리지구가 RSP를 채용하였다. 이들 중에서 1988년 3월까지 약 2,000 처리지구가 처리장 및 하수관로를 완성하였다.(그림 7 참조)

마을의 수로 따지면 1998년까지 약 12,000 마을이 채택되고 약 4,800 마을이 완공되었다. 전체적으로 RSP의 혜택을 받는 인구 수는 1,290,000인이다. 따라서 RSP는 농촌지역의 수질보전에 기여하는 것에 대해 자부심을 가지고 있다.

### 다. 2006년까지의 목표

농림수산성의 계획에 의하면 2006년까지 농업진흥지역의 122,000개 마을 중 35,000개 마을에 RSP를 시행할 목표를 세워놓고 있다.

## 5. 장래의 개발

농촌지역의 폐수처리에 있어서 RSP, SEC, JIPP 등의 시행에 따라 처리장 건설이 꾸준히 늘어나고 있다. 따라서 다음과 같은 사항이 필요하다.

- RSP의 적극적인 추진(신설 처리장은 물론 기설 처리장의 개량까지)
- 처리장의 적정 유지관리를 위한 시스템의 설립
- 자연환경에 대한 오염을 줄이기 위하여 질소, 인 등을 값싸게 완전히 제거할 수 있는 고급 처리장을 만들기 위한 지속적 기술개발

농림수산성, 관련 기관 및 인사들은 RSP를 하나의 토지개량사업으로 추진하여 왔고 이것은 농촌지역의 생활수준 향상과 수질보전에 크게 기여하였다. 그리고 가까운 장래에 다음의 것들이 이 사업을 추진하는데 점점 더 중요하게 될 것이라고 본다.

### 5.1 지역자원의 순환 시스템의 설정

지금까지의 대량생산, 대량소비, 대량 쓰레기 사회로부터 자원순환 사회로 변하기 위해서는 현대적인 생산과정 및 생활유형과 공존할 수 있는 지속적인 자원 순환 시스템을 만드는 것이 불가피하다. 이 목적을 위해서 다음의 것들이 필요하다.

- 1) 지속적인 물 순환 시스템
- 2) 지속적인 유기물 자원의 순환 시스템
- 3) 청정 에너지 사용 시스템

### 5.2 농촌지역에서 수자원의 완전 조절 실현

현재까지 효율적이고 안정된 농업생산을 실현하기 위하여 농촌지역에 수자원의 절대량을 확보하는데 중심을 두어 왔다. 근년에는 모든 지역에서 수질의 현저한 악화와 함께 수자원 개발에 새로운 한계 요인들이 증가하고 있는 것이 현실이다.

농촌지역에서 물 이용을 합리화하기 위하여 수질과 수량에 대한 필요조건들을 충족시킬 수

있는 종합적인물관리 시스템을 세우는 것이 필요하다.

### 5.3 자연정화능력의 적극적인 이용

수생식물 때문에 용배수로는 자연정화능력을 가지고 있다. 예를 들어, 수로와 각지에서 볼 수 있는 휴경 논을 이용하여 자연정화 능력을 발휘하게 하는 것처럼, 합리적이고 효율적인 처리방법들을 조사할 필요가 있다.

다음의 결론으로 마무리하고자 한다.

우리의 일상생활은 경제발전과 기술혁신으로 점점 더 편리해지지만 환경은 오염의 증가로 어려워지고 있다. 우리가 이렇게 복을 받았으니 환경의 짐을 덜어주는 길, 즉 기술과 행정력을 통한 해결책을 찾지 않으면 안 된다. RSP는 이에 도전하기 위한 일본의 대책이다. 논 농사를 하고 있는 아시아 각국에서 그들의 기후, 국내 사정 등에 적응하는 농촌지역 오폐수처리사업을 시행해 나가는 것은 공통의 도전이라고 할 수 있다.

이 발표가 여러분에게 도움이 되기를 바랍니다.

(표 2, 표 3, 그림 1~그림 7은 영어 논문 편을 참조바람)