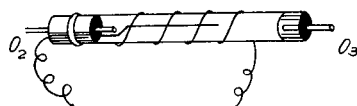


||||||| 水生菌のオゾン処理 |||||



木村 憲 司

村 木 安 司

当場が開発を進めているふ化用水中の水生菌の滅菌方法について、水道機 1 (株) に依頼したところ次のような報告を得た。(一部割愛) (企画課)

I 水生菌のオゾン処理に関する実験

1. はじめに

最近の世界のサケ・マスの漁獲量は年間 40万～50万トンであり、日本はこの内の35～40%を漁獲して世界 1 位を占めており、貴重な漁業資源とされている。

しかしながら、河川流域の開発が進み、河川の産卵環境が荒らされて、その結果として資源の生産量は減少してきている。これらの資源保護と安定した漁業のため、サケ・マスの生態、人工ふ化を中心にして多くの基礎的な研究が行なわれ、これに基づいて条約により資源の保護策を講じている。

サケ・マスは自己の生まれた河に帰って産卵する習性があるために、1つの河川の産卵群を強度に漁獲するとか、あるいは産卵を阻害するなら、その河川に回帰するサケ・マスは減少し、自然の状態にあつては他の河川から補充されることはない。そのために、各国とも古くから漁獲の制限、河川環境保全等の措置を講ずる他、それでも資源減少の阻止のできない河川では人工ふ化放流事業を行っている。

しかし、自然の状態では魚群は広く分散しているため、直接的にも間接的にも病原体の付着する可能性は少なく、伝染性疾患は少ないが、人工ふ化を実施する場合には、生涯を通じて多種多様の病気に罹る。これらの病原生物には植物性の細菌、カビ、動物性では単細胞動物から線虫、甲殻類まで

あるが、その他にビールスや栄養障害もある。

また、ふ化場、養魚場では魚が群集しているため伝染しやすく、適当な水流によってこれを排除することが必要である。これらの病原生物が表流水、伏流水中に混入してそれらが病気を起こすと考えられているので、それらを死滅させることにより、病気の出現がかなり抑えられるのではないかと考えられる。

今回、サケ・マスに付着・生育する水生菌を中心に池中の水生菌も含めて、オゾン処理がこの生物に対して、有効か否かを判定するために、下記の要領で実験を行なったので、ここに報告する。

2. 水生菌とは

まず、実験の説明に入る前に、簡単に水生菌とはどのような生物であることを説明してみたい。

「カビ」とか「きのこ」とか言われている植物は、真菌植物門という大きなグループを通俗的に呼んでいるに過ぎない。

そして、我々が良く知っている「藻類」が葉緑体やその他の色素体を持って無機物を栄養として生活しているのに対し、これらの真菌植物は色素を持っていないため、主として寄生・腐生など有機物を栄養源とする生活を営んでいる生物群である。

真菌植物は次の 4 つの綱に分けられている。

- (1) 藻菌綱 Phycomycetes
- (2) 担子菌綱 Basidiomycetes
- (3) 子囊菌綱 Ascomycetes
- (4) 不完全菌綱 Deuteromycetes

これらの4つの綱のうち、藻菌綱は真菌植物の中では最も進化していない群であると言われ、一般に菌糸に隔壁を生じない、いわゆる多核体である。有性生殖は主として卵子接合であるが、または接合子嚢の直接接合によって行なわれる。

また、無性生殖はペン毛を持つ遊走子がそれを持たない胞子などで行なう。この藻菌類の遊走子を生ずるものの多くは、「水生菌」の名で呼ばれており、水中には普遍

的に存在するし、胞子を作るものは本来陸上生活を営んでいるが、しばしば水中からも発見される。現在この綱の種数はざっと1,400種であり、このうちで魚に寄生するものもわずかながら知られている。

3. 実験目的

本実験の目的は、オゾンにより水生菌への滅菌効果の有無及び溶存オゾン量と接触時間の変化による効果の変化を観察してみることにある。

4. 実験時間

昭和46年1月18日～2月25日

試水はサケ・マスふ化場千歳支場のふ化用水を用いたが、水質は表1のとおり。

表1 試水の水質

種 別		種 別	
項 目		項 目	
気 温	水 温	硝酸性窒素	N ppm
外 観	無色透明	塩素イオン	Cl ⁻ ppm
臭 味	無 臭	硫酸イオン	SO ₄ ²⁻ ppm
色 度	度 1	ケ イ 酸	SiO ₂ ppm
濁 度	度 < 1	鉄	Fe ppm
pH 値	7.6	マンガン	Mn ppm
電気伝導度	μΩ/cm 65	フ ッ 素	F ppm
総アルカリ度	CaCO ₃ ppm	ヒ 素	As ppm
総 酸 度	CaCO ₃ ppm	水 銀	Hg ppm
遊離炭酸	CO ₂ ppm	銅	Cu ppm
蒸発残留物	ppm 51	鉛	Pb ppm
浮 遊 物	ppm	亜 鉛	Zn ppm
総 硬 度	CaCO ₃ ppm 24.72	六価クロム	Cr ppm
炭酸塩硬度	CaCO ₃ ppm 7.14	シアニイオン	CN ⁻ ppm
非炭酸塩硬度	CaCO ₃ ppm 17.58	フェノール類	ppm
過マンガン酸カリウム消費量	KMnO ₄ ppm 1.58	陰イオン活性剤	ppm
アンモニア性窒素	N ppm	有機リン	ppm
亜硝酸性窒素	N ppm	判 定	良 好

5. 実験装置

5-1. オゾン処理装置

概略を図1に示す。



図 1.

5-2. 曝気装置

概略を図 2 に示す。

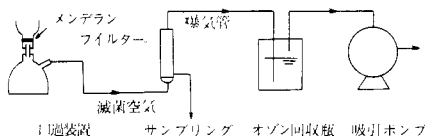


図 2.

6. 実験方法

前記の装置により溶存オゾン量及び接触時間を種々変更し、水中遊泳している遊走子をオゾン処理した。しかし、魚や魚卵に及ぼすオゾンの影響が解っていないので、まず試料を次の 2 群に分けた。

- 1) オゾン処理した試料を曝気せず、オゾンが溶存している状態のもの
- 2) オゾン処理した試料を曝気して、オゾンが溶存していない状態にしたもの

これらの試料各々 40 ml を滅菌したシャーレ (ペトリ皿) に移し、これにアサの実を 2 個づつ入れる。

遊走子 1 個体から菌糸が 1 本しか発芽しないという事実から、培養開始後 2, 3 日後に発芽した菌糸の数で、殺菌効果の判定を行った。なお、使用した蒸留水、空気等はいずれも滅菌したものを使用した。

7. 実験条件

ガス流量	200-500L / hr
オゾン濃度	17.9-1.9g / m ³ -空気
溶存オゾン	6.6ppm-痕跡
接触時間	1~10分

8. 実験結果

8-1. オゾンによる水生菌の殺菌効果

(曝気処理を行わず溶存オゾンの存在する状態で培養を行ったもの)

8-1-1. 水生菌 SK No.7101

Aphanomyces sp ? (1) オゾン処理結果は表 2, 図 3 に示す通りである。

表 2. 試水 40ml 中の遊走子数

オゾン濃度 g / m ³	溶存オゾン ppm	接触時間(分)				
		原水	1	3	5	10
17.9	6.6	133	2※	0	0	0
14.0	5.2	268	0	0	0	0
6.3	2.8	21	0	0	0	0
3.7	1.5	61	0	0	0	0
1.9	0.74	20	0	0	0	0

※ 処理後のサンプリング中に混入したのと思われる。

8-1-2. 水生菌 SK No.7102

Aphanomyces sp ? (2) オゾン処理結果は表 3, 図 3 に示す通りである。

表 2. 試水 40ml 中の遊走子数

オゾン濃度 g / m ³	溶存オゾン ppm	接触時間(分)				
		原水	1	3	5	10
17.9	6.6	877	0	0	0	0
14.0	5.2	2372	0	0	0	0
6.3	2.8	714	0	0	0	0
3.7	1.4	4456	0	0	0	0
1.9	0.74	2640	0	0	0	0

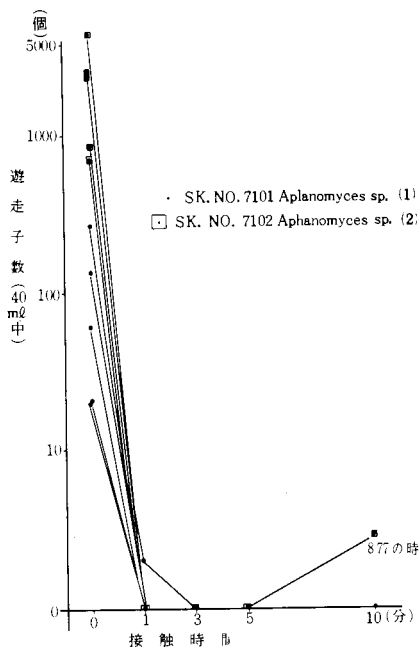


図 3. 水生菌のオゾン処理効果

8-1-3. 水生菌 SK No.7103

Saprolegnia sp (1) オゾン処理結果
は表 4, 図 4 に示す通りである。

表 4. 試水40ml 中の遊走子数

オゾン濃度 g/m ³	溶存オゾン ppm	接触時間(分)				
		原水	1	3	5	10
5.1	1.57	A 5920	0	0	0	—
		B 6520	0	0	0	—
3.9	0.97	A 5360	0	0	0	—
		B 5400	0	0	0	—
2.5	0.92	A 4680	0	0	0	0
		B 5280	0	0	0	0

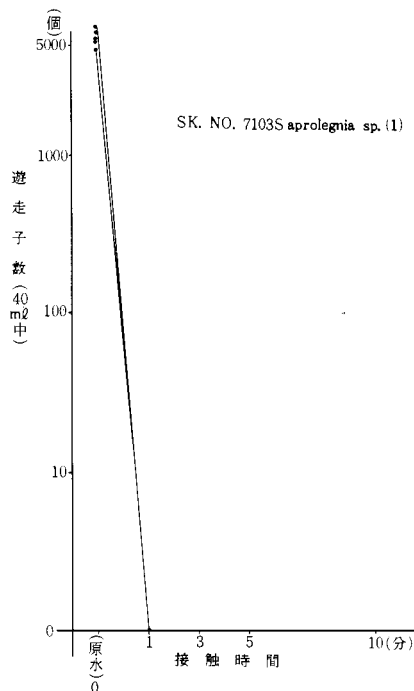


図 4. 水生菌のオゾン処理効果

8-1-4. 水生菌 SK No.7104

Saprolegnia sp. (2) (サケの卵に付着していたものを分離・培養したもの)
オゾン処理結果は表 5, 図 5 に示す通りである。

表 5. 試水40ml 中の遊走子数

オゾン濃度 g/m ³	溶存オゾン ppm	接触時間(分)				
		原水	1	3	5	
5.1	1.61	A 1516	0	0	0	
		B 2196	0	0	0	
3.9	1.38	A 2872	0	0	0	
		B 4175	0	0	0	
2.5	1.06	A 2852	0	0	0	
		B 2948	0	0	0	
2.5	0.60~ 0.41	A 3116	0	0	0	
		B 4376	0	23※	6※	
2.5	0.55~ 0.30	A 33672	0	0	0	
		B 4100	0	0	0	

※ 処理後のサンプリング中に混入した
ものと思われる。

8-2. オゾンによる水生菌の殺菌効果

(オゾン処理後曝気により溶存オゾンのない状態で培養したもの)

8-2-1. 水生菌 SK.7104

Saprolegnia sp. (2) オゾン処理結果は表6.図5に示す通りである。

表6 試水50ml中の遊走子数

オゾン濃度 g/m^3	溶存オゾン ppm	接触時間 (分)				
		原水	1	3	5	
5.1	1.24	A	221	0	0	0
		B	766	0	0	0
3.9	0.92	A	505	0	0	0
		B	669	0	0	0
2.5	0.62	A	240	0	0	0
		B	359	0	0	0
2.5	0.28~ 0.27	A	364	0	0	0
		B	535	0	0	0
2.5	痕跡	A	57	0	0	0
		B	263	0	0	3※

※ 処理後のサンプリング中に混入したものと思われる。

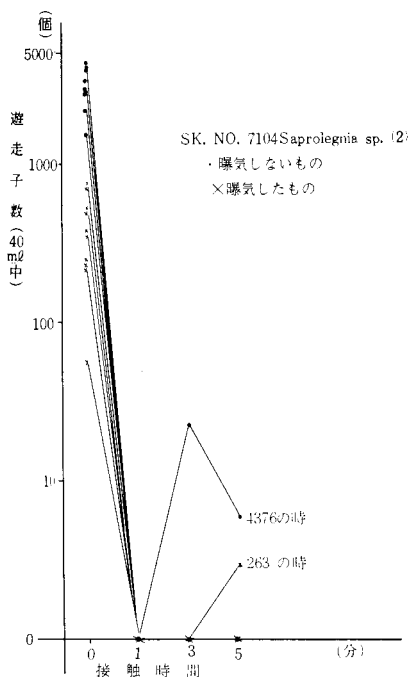


図5 水生菌のオゾン処理効果

9. 考 察

結論から言うと、今回の試験により、さけの卵に寄生していたものと、水中に生育していた水生菌に対して、両方共オゾン処理で完全に効果があることが解つた。

特に顕著なことは、農林省水産庁北海道さけ・ますふ化場より送付された卵に付着していた水生菌 (*Saprolegnia* sp.) については、溶存オゾンが痕跡程度でも明らかに殺菌効果が見られたことである。

また図3～5に接触時間の変化による処理効果を表わしてあるが、2, 3の例外 (処理後のサンプリング中に混入し、生育したものと思われる) を除いて、他のものは1分後に全て死滅する。

以上のことから溶存オゾン0.5ppm付近で、1分間処理すれば水生菌の遊走子は殆んど全て死滅すると考えられる。

尚、菌糸についても試験成績は提示しないが、オゾン処理により死滅することも、定期的に確認できた。

上記の如く、水生菌に対してオゾン処理が有効なことは解つたが、現在の所、オゾンの魚や魚卵に対する影響が不明なので、遊走子を含む流入水をまずオゾン処理し、遊走子を死滅させた後、曝気して溶存オゾンのない水として送りこめば、好結果が期待できるのではないと思われる。

若し、オゾン処理が魚並びに魚卵に何らかの悪影響を及ぼす場合、曝気後に混入生育した水生菌に対しては、今回のオゾン処理法に代る方法を探索する必要がある。

但し、卵や魚に付着、生育する水生菌の大部分は流入水に入って、流下してくると考えられるので、この水を殺菌するだけでも、病気の出現をかなり抑えられるのではないかと考えている。

今後、水生菌のオゾン処理実験を続けて行く上で、オゾンの魚や卵に与える影響を調べる必要がある。(担当: 木村)

II 水生菌のオゾン処理装置

1. まえがき

各種水生菌に対するオゾンの滅菌効果が著しいことが、当社でのピーカースケール実験によって確認され、今後さけ・ますの卵や稚魚に対する生態学的な検討がなされれば、さけ・ますふ化場の能率向上や大規模化のための水処理装置として、オゾン滅菌装置を適用することの是非が確認されるものとする。以上のような観点に立って、本報告ではピーカー実験から直接予想した実際装置および生態学的な問題を検討するための実験装置の二種類の概要を記述し、今後の実験計画、実験装置および実際装置のあるべき姿を検討する材料を提供致します。

2. 水生菌- オゾン滅菌装置フロシート

2-1. フロシート決定の根拠

当社でのピーカー実験（I 水生菌のオゾン処理に関する実験）によって、オゾンの各種水生菌に対する滅菌効果は、注入オゾン化空気濃度には無関係に、処理時間に関しては1分間以下（≒瞬時）
注入オゾン量に関しては、 $0.5 \frac{g-O_3}{m^3-水}$ 以

下（根跡でも可）で100%の効果があることが確認された。従って、滅菌条件としては、

$$\text{注入オゾン量} = 0.5 \frac{g-O_3}{m^3-水}$$

処理水の滞留時間 瞬間（配管中の滞留時間程度）

$$\text{注入オゾン化空気濃度} = 10 \frac{g-O_3}{m^3-空気}$$

を採用した

又、さけ・ますふ化槽へ流入する滅菌水中の溶存オゾン量については、今後の実験で決定されるべきものであるので、

実際装置では溶存オゾン≒0

実験装置では可変

の状態を考えた。なお、処理対象水の水質が良好で、オゾンと化学反応をすると考えられる鉄、マンガンおよび各種有機物の量は微量であり、水生菌についてもオゾンの化学反応消費量はピーカー実験では検出できない程の量であつたので、化学反応による消費オゾン量は省略した。

2-2. フロシートおよびその内容

2-2-1. 実際装置

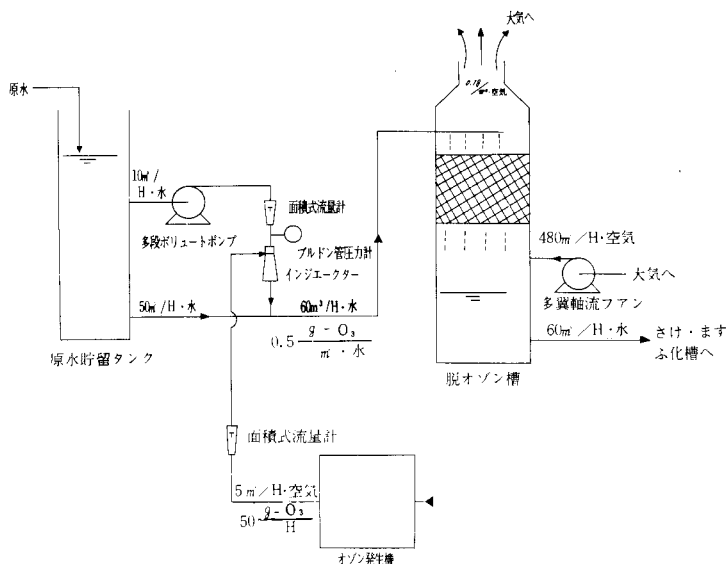


図6 オゾン滅菌装置フロシート

実際装置のフロシートは図6のよう

になり、その概要は以下のである。

条 件

処 理 水 量 60 m^3 / H

注入オゾン量 0.5 g / m^3 ー水

注 入 方 式 インジェクター
による部分注入

方式

脱オゾン方式 塩ビハニカムを
ぬれ壁とした強

制脱気方式

排気オゾン処理方式 大気拡散

ランニングコスト 1 kg- O_3
/150円

表 7 装 置 内 容

名 称	目的および内容	容 量	金 額 (当社見積)
原水貯留タンク	処理水量の変動等の緩衝タンクおよびインジェクター水の定流量確保	原則として既設のものを改良	
オゾン注入用高圧ポンプ	インジェクターを用いてオゾンガスを吸引、溶解するためのポンプ	15 m^3 / H 3 kg/ cm^2 3.7KW 50HZ	120,000
オゾン注入用インジェクター	オゾンガス吸引用 オゾンの吸収効率 70~80%	硬質塩ビ製 ノズル 14 ϕ スロート 20 ϕ 駆 動 圧 2.3 kg/ cm^2 背 圧 0.3 kg/ cm^2 使用水量 10 m^3 / H 吸引空気 6 m^3 / H	70,000
脱オゾン装置	オゾン滅菌水を散水し、塩ビハニカムのぬれた壁部分で、下方から上方に抜ける強制換気空気脱オゾンする。	外塔 1,800口 $\times$ 3,000 5mm鋼板に塩ビライニング 塩ビハニカム 3 m^2 1,000口 $\times$ 1,000 多翼送風機 風 量 8.2 m^3 / H 静 圧 32mm H_2O 0.4KW 50 H Z	700,000—
オゾン発生機	乾燥空気（露点-20℃以下）を原料とし、無声放電により連続的にオゾンを発生する装置一式（除湿装置、ブロワー等含み）	Welsbach 社製 CLP-4-D19L 生 量 58g / H 原料空気 6 m^3 / H 冷却水量 180 g / H 所要電力 1.8 KWH 50 HZ 150or 230 V	手 動 6,420,000— 自 動 7,400,000—
計 測 器 類			
・インジェクター水用液流量計		0~15 m^3 / H	50,000—
・圧 力 計	ブルドン管圧力計	0~5 kg/ cm^2	5,000—
・溶存オゾン計	溶存オゾンの監視およびコントロール	オルトトリジン比色法 UV吸収又は熱伝導法	300,000— 700,000—
・注入オゾン化空気計	注入オゾン量の		

2-2-2. 実験装置

実験装置のフロシートは図7のよう

になり、その概要は以下のである。

条 件

処 理 水 量 $1\text{m}^3/\text{H-水}$

注入オゾン量 $0.5\text{g-O}_3/\text{m}^3\text{-水}$

注 入 方 式 インジェクター
による吸引注入

脱オゾン方式 散気管による強
制曝気

排気オゾン処理方式 塩ビラシ
リング塔にヨー
化カリ溶液を散
布し、オゾン
を化学吸収させる。

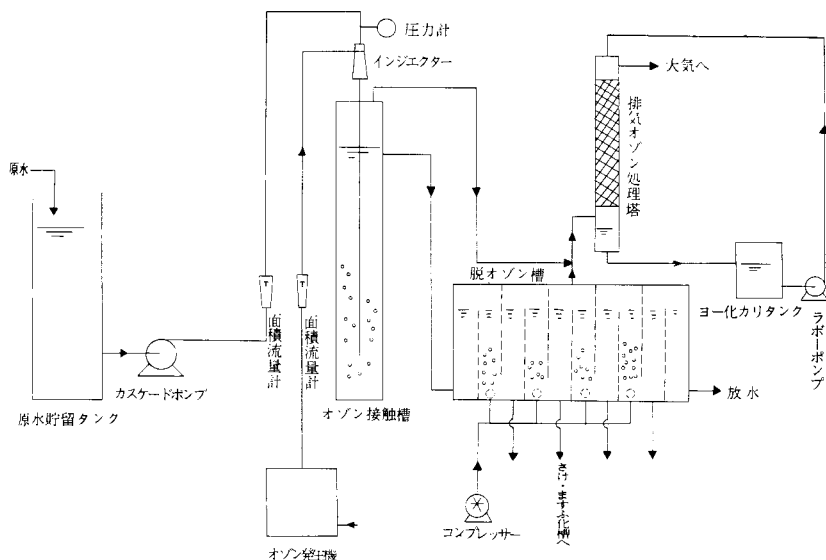


図7. オゾン滅菌実験装置フロシート

表8. 装 置 内 容

名 称	目的および内容	容 量	金 額
貯水タンク		1m^3	※40,000.-
オゾン注入用高压ポンプ		$5\text{m}^3/\text{H-水}$ $3.0\text{kg}/\text{cm}^2 1.5\text{K.W}3\text{P}$	※ 70,000.-
オゾン注入用 インジェクター		ノズル径 5ϕ スロート径 10ϕ スロート長 50 使用水量 $1.2\text{m}^3/\text{H}$ 駆動圧 $1.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 背 圧 $0.3\text{kg}/\text{cm}^2$ 吸引風量 $0.4\text{m}^3/\text{H}$	※ 40,000.-

名 称	目的および内容	容 量	金 額
オゾン接触槽	インジェクター注入したオゾン を処理水と並流状態で散気 し、オゾンの吸収効率と処理 水の滞留時間をとるもの。	塔 径 100φ 塔 長 2500	※ 30,000.-
脱 オ ズ ン 槽	オゾン水を散気管で曝気し、 脱オゾンするもの、オゾン水 は迂回しながら順次曝気され、 実験使用の溶存オゾン水をふ 化槽に導く。	塩ビ槽 130L×1300W×130H ベビーコンプレッサー 1 KW 200V 3 P	40,000.- ※ 40,000.-
オゾン発生機	Welsbach 社 T-408 発生量 3.3g/H 空気量 0.222m³/H 冷却水 19.2ℓ/H 115V 同上用除湿器 PA-1型	 0.12 KW 14ℓ/min 0.8KW 115V	 ※ 1,070,000.- ※ 437,000.-
計 測 器 類		0～3m³/H	※
水用流量計		↓	40,000.-
圧 力 計		0～3kg/cm²	5,000.-
オゾン化空気濃度 測定用サンプラー			※ 10,000.-
オゾン化空気用流 量計		0～500ℓ/H オゾン発生機に組み込み	
排気オゾン処理装 置 1式		100φ×1500 KIタンク 50ℓ ラボーポンプ	※ 20,000.- ※ 5,000.- ※ 10,000.-
さけ・ますふ化槽			

※印は当社で保持している装置で借出し、可能なもの。

3. 実際装置および実験装置の概算

当社在庫使用 75,000.-

前表を加算すれば費用が出るわけで

(他に実験経常費および実験者の

実際装置 9,345,000.-

人件費等が掛る。)

(建屋、配管、電気配線、基礎工

(担当：村木)

事費等は含まず。)

(水道機工株式会社)

実験装置 全 品 調 達 1,857,000.-