

琉球大学学術リポジトリ

ラグーンとホテイアオイ池による下水処理実験(1)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学工学部 公開日: 2013-05-17 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 喜納, 政修, 安里, 成信, 嘉手納, 良啓, 米須, 朝孝, Kina, Seishyu, Asato, Seishin, Kadena, R, Komesu, T メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/26115

ラグーンとホテイアオイ池による 下水処理実験 (I)

喜納 政 修* 安里 成 信**
嘉手納 良 啓** 米 須 朝 孝***

Sewage Treatment by Lagoons and Eichhornia Crassipes ponds

by

S. KINA, S. ASATO
R. KADENA, T. KOMESU

The experimental studies of sewage treatment by lagoons and eichhornia crassipes ponds were performed by using dry milk in Okinawa. The over flow rate and detention periods were set at 38.4 (lb/acre/day) and 18 (days), respectively. The BOD removal in lagoons and eichhornia crassipes ponds were 71.9 and 91.4 (percents), respectively.

1. 緒 言

水質汚濁の発生源が、都市下水、し尿および各種工場廃水と種々あるように、現在では、それ等の地域的分布も都市のみならずいたるところに広を見せている。したがって、汚濁源となる下・廃水の処理方法の選択も廃水の種類により、また地理的社会的条件によって行われなくてはならない。

一般にラグーンは、高温多湿の地域に適しており、また維持管理が簡単であるので、沖縄の気候その他の条件を考慮した場合、地域によってはそれが適しているところもあると考えられる。ミルクを使った人工下水によりラグーンのプラント実験を行った。

また、ホテイアオイを有機廃水の処理に利用できるかどうかを見るため、ラグーンと同一条件で実験を行い比較してみた。

2. 実験装置および運転条件

実験装置の形状および寸法は図一に示す。装置は鉄板製のもので、全容積1.9L^m、有効容積1.6L^m、有効水面積4.1L^m、有効深さ平均0.685mである。

装置は、理工学部第一工学ビル（土木工学科）3階

受付：1973年10月31日

* 琉球大学理工学部土木工学科

** 沖縄県企業局

*** 沖縄技術コンサルタント

屋上に設置され、水温、照度その他の環境条件は一切コントロールされていない。したがって、この実験は自然条件下の実験である。

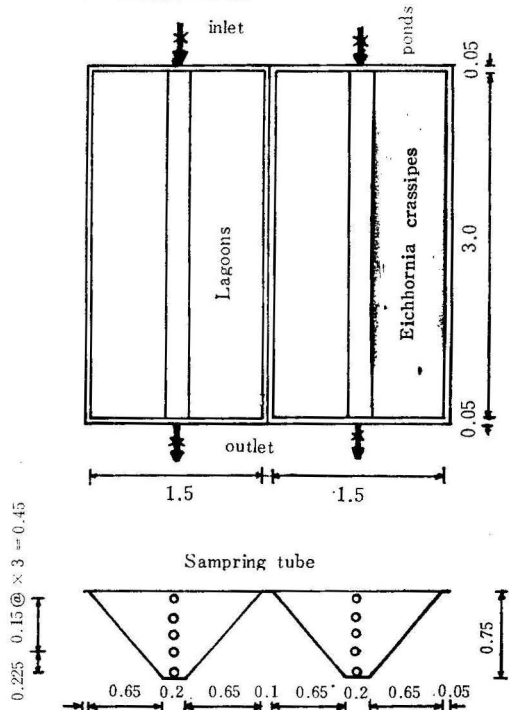


Fig. 1 pilot-plant, Lagoons and Eichhornia Crassipes ponds (Dimensions in meters)

市販の脱脂粉ミルクを使って人工下水を作った。下水のBOD濃度は平均 196.2 mg/l (ミルク濃度 207 mg/l)である。2日に1回、 180 l づつ負荷した。したがって、流量は $0.09\text{ m}^3/\text{d}$ となり、表面積負荷は 43.0 kg-BOD/ha/日 (38.4 lb/acre/日) また、単位容積当りの負荷は $11.0\text{ g-BOD/m}^3/\text{日}$ および滞留時間は18日となる。実際池の表面積負荷は、大体 $20\sim 60\text{ lb/acre/日}$ である。図一1に示すように、装置は表面積を大きくするために、逆台形になっており表面積に比べて容積が小さくしたがって滞留時間は実際池の $1/3\sim 1/4$ で短くなっている。

3. 実験および結果

実験をはじめめるにあたって、まずプラントに水道水を満たし、無機栄養塩類として Beijerinck⁶⁾の培地(I-A・1)を NH_4NO_3 濃度が 25 mg/l 程度になるように両方のプラントに投入した。1972年8月21日にラグーンには、本学近くの竜潭池の水約 3 l を投入して藻類の植種を行った。また、もう一方の池には同日嘉手納村比謝川より採取したホテイアオイ 12.35 kg を水道水で洗った後移植した(以後この池をホテイアオイ池という)。9月9日、実験を開始するまでの19日間はこの無機塩類容液で培養増殖を行った。

9月9日に最初の負荷を行い、実験は1973年2月24日までの5ヶ月半にわたって連続的に行われた。負荷の方法は、負荷する前に 180 l の槽内の水を流出管およびサンプリング管から流出させ、次に 180 l の流入水で元の水位まで満たすというふうにした。流出水を流出させる際は、蒸発量も考慮に入れるようつとめた。

サンプリングは、6日に1回水面下約 2.5 cm および槽底から約 3 cm 上方のサンプリング管(図一1)から行い、それぞれ流出水および槽底におけるサンプルと見なした。サンプリング時間は9月9日～10月11日までは17時、10月17日～1973年2月24日までは14時となっている。

測定項目は、気温、水温、PH、DO、BOD、SS、透視度、アルカリ度、アルブミノイド性窒素、アンモニア性窒素、硝酸性窒素である。底のサンプルについては、DO、アルカリ度、PH以外は測定していない。亜硝酸性窒素も時々チェックした。以下、各項目についての測定結果およびその考察をのべる。

気温および水温

水温および気温は、廃水の生物学的処理において、

藻類その他の微生物の生活環境条件として重要な因子である。

実験期間中の月平均の水温を図一2に示す。毎日の気温水温の測定時刻は12時30分～13時の間である。

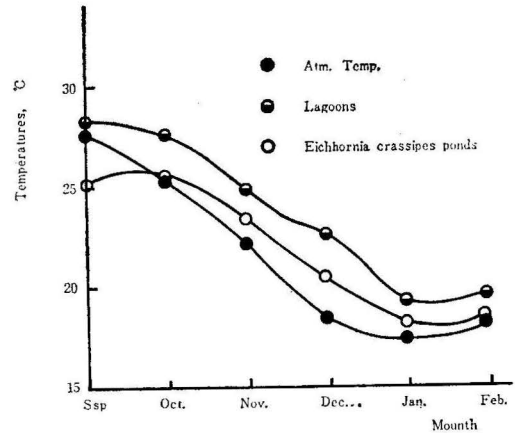


Fig. 2 Average monthly variation in Water temperatures

図からわかるように、ラグーン水温が一番高く、 $28.4\sim 19^\circ\text{C}$ の範囲にある。この温度はラグーンにおける藻類活動の上限(35°C)および下限(5°C)の範囲内にあるが、最適温度(20°C)よりは高めである。ホテイアオイ池はラグーンより、やや低めである。それは、池の水面がホテイアオイですっかりおおわれているためであろう。

両方の池の水温より気温が低い。その理由の一つは、測定時刻が12時30分～13時の間であるということであろう。それは、図一3、4により各温度の時間変化を見ればうなずける。すなわち、気温は両方の池の水温より低いが、18時を境として急に上昇しはじめ24時までは水温よりも高い。したがって、測定時刻においては水温が高い。水温の方が気温よりも高いもう一つの理由は装置の位置がビルの屋上であるということであろう。装置は鉄板製で加熱されやすいというに、スラブからの副射熱あるいは熱伝導により水温が幾分か高くなることが考えられる。

図一3および図一4に水面と槽底の水温の時間変化を示す。ラグーン(図一3)の場合、水面は底より常に高い。したがって、水温の逆転は起らない。しかし、明確な温度成層が発達しているともいいがたい。ホテイアオイ池(図一4)の場合、ラグーンに比較して、温度の時間変化も小さく、水面と底の差も小さい。また、21時と8～10時の2回にわたって、水面と底とで水温が逆転している。したがって、ホテイアオ

イ池の場合は、槽内温度は比較的一様であり、温度成層はなく、部分的に循環または混合が行われているものと思われる。図-3、4は9月17日の24時間観測の結果である。

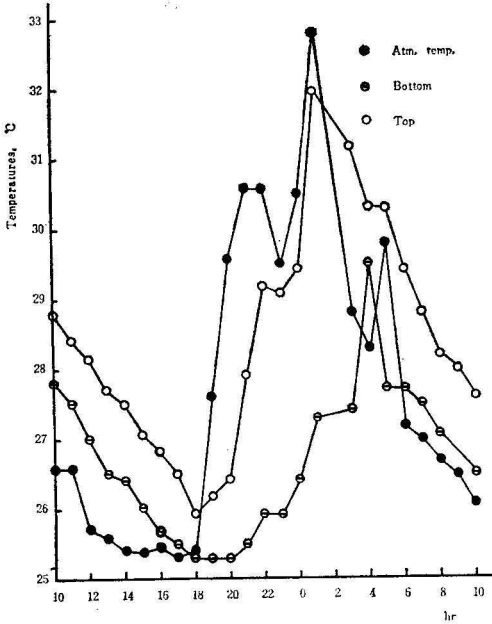


Fig. 3 Diurnal shift of water temperature in lagoons

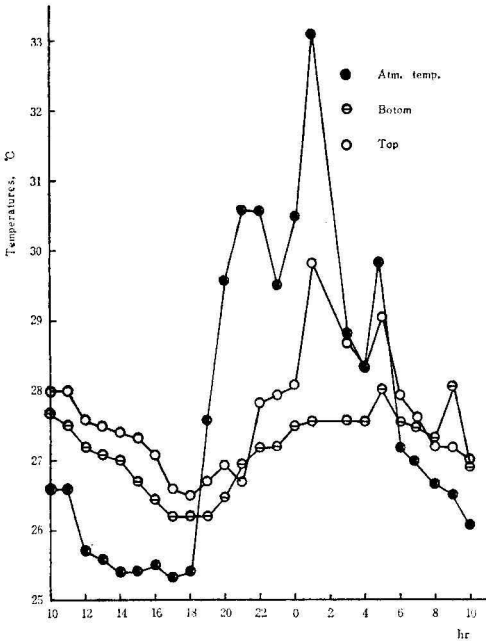


Fig. 4 Diurnal Shift of water temperature in eichhornia crassipes ponds

PH

PHの測定は水質分析に欠くことができない。とくに微生物の生活環境としてのPHの意義は大きい。図-5はラグーンおよびホテイアオイ池のPH値の変動を示す。ラグーンの場合、実験期間を通じてPH値は大体10~11の範囲にあり、あまり変動は見られたい。しかしホテイアオイ池よりは、変動の振巾が大きくばらつきがある。それは、ラグーンの方がホテイアオイ池より降雨等の環境条件の変化に敏感であることを示す。これはアルカリ度すなわち、重炭酸濃度と関係があるように思われる。アルカリ度が高い場合は、一般に重炭酸濃度が高く、したがってPHの緩衝作用が大きい。ホテイアオイ池の方がラグーンよりアルカリ度が高い（図-7、8）のでPHに対する緩衝作用も大きく、PHそのものはラグーンの方が高いという結果になっているものと思われる。

11月20日の値が極端に低いのは降雨による希釈の影響によるものと思われる。

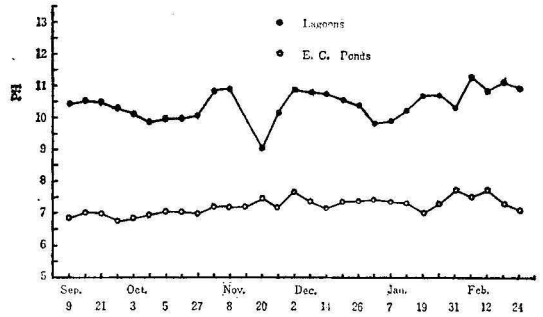


Fig. 5 Fluctuation of pH in effluents.

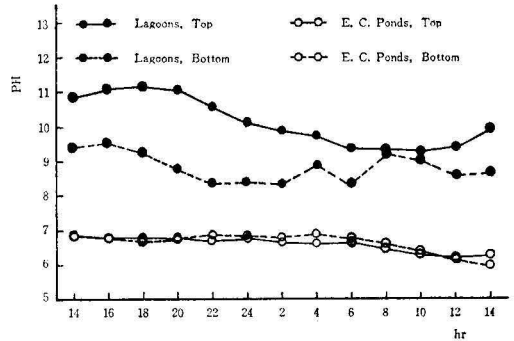


Fig. 6 Diurnal shift of pH

図一六により、PH 値の時間変化をみてみよう。ラグーン流出水の場合、昼間の18時に最高値11.2を示し、その後日光の強さが弱まるにつれてPH 値も徐々に低下し、朝の10時に最低値10.3を示している。この傾向は一般のラグーンに見られる傾向である¹⁾。それは、光合成で炭酸が消費されるとPHは上昇し、呼吸で炭酸濃度が高くなるとPHは低くなるからである。

この24時間観測は、1973年2月5日14時から6日14時までに行った。5日の日没は18時15分、6日の日出は7時10分、5日の最大日照の時刻は13~14時である（沖縄気象台調）。PH 値のピーク時刻は最大日照時刻から5~4時間遅れている。また、PH 値最低の時刻も6日の日出の時刻から約3時間ずれている。それは、藻類が光エネルギーを受入れてから光合成をするのに要する時間と光合成により炭酸を放出してからPHが変化するのに要する時間（緩衝作用のため）によるものであろう。DOの24時間変化（図一10）と比較すると、ピークおよび最低値の起る時刻は、とも約1時間PHの方が遅れている。すなわち、DO（すなわちCO₂）に変化が起った1時間後にPHは、それに対応して変化することになる。

次に、底のPH 値も水表面と大体同じ傾向を示しているといえるが、測定値に対する底泥の影響が一様でないため、値はばらついている。表面よりPH 値は低く、8.3~9.5の範囲にある。

バクテリアによる有機物の好氣的分解の最適PHの上限値がPH=8であるとするなら、このラグーンの値は最適条件からかけはなれているといわなければならない。実際池においては、PHの調整が必要になることも考えられる。ここではPHの調整は一切行っていない。

ホテイアオイ池の場合は、実験期間を通じてPH 値は6.8~7.7の範囲にあり、前述のようにラグーンと比較して変動が少ない。24時間変化（図一六）もあまり変化はなく、また表面と底とも差は認められないが、6時ごろから徐々に下りはじめ、14時にはPH 値は6近くになっている。ホテイアオイ池は、嫌気性ないしはそれに近い状態で水質は急激な変化はおこらないものと思われる。

総アルカリ度

実験中の総アルカリ度の変動を図一七に示す。まずラグーン流出水の曲線を見ると実験初日（9月9日）から12月2日まで約3ヶ月間は総的に上昇の一

途をたどっている。その後は次第に減少している。ラグーンの底も大体同じ傾向を示しているが、この場合は流出水が減少しはじめた後も更に上昇し12月26日に約210mg/lを示し、その後は減少している。また水面と底を比較すると底の方がより高い値を示している。

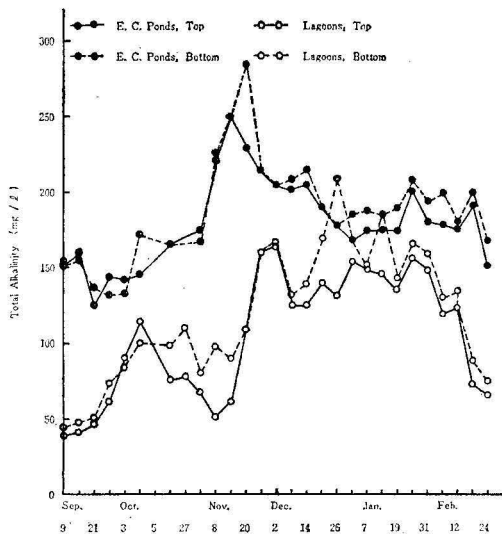


Fig. 7 Fluctuation of total alkalinity values

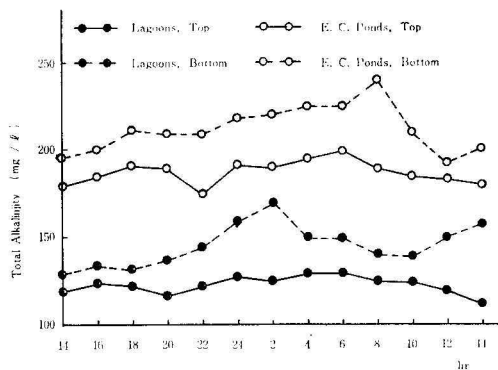


Fig. 8 Diurnal shift of total alkalinity

ホテイアオイ池の場合上述した同様の傾向が見られる。12月上旬までアルカリ度の値が上昇しているのは、実験開始直後はミルク濃度が低い負荷するにしたがって濃度が増加していく（定常状態になるまで）ためであろう。このような、いわゆる非定常状態における経日増加の傾向は、これからのべるDO（図一9）、BOD（図一11）、浮遊物質（図一12）および

アルブミノイド性窒素にもはっきりと認められる。

11月中旬から12月初旬にかけてピークを示しその後減少しているのは、明かに降雨による希釈作用によるものである。この時期に、11月14日、26日、12月19日および1月1日と断続的に降雨が続いている。この図から、表面は降雨による希釈の影響を直ちに受けるが、底ではその影響が少しおくれて出れることがうかがえる。すなわち、11月14日の降雨の後ホテイアオイ池の流出水は、直ちにアルカリ度が減少しているが、底の方は降雨の次の値（11月20日）まで増加しそこでピークに達し、その後減少しはじめている。ラグーンの流出水と底のピーク値がずれているのもそのためであろう。この期間に降雨がなければ、更にアルカリ度は上昇していくものと考えられるが、その後の継続実験の結果から上昇はせず、むしろ減少していくことがわかった。

ラグーンとホテイアオイ池を比較すると、ホテイアオイ池が高い値を示している。その理由として次のことが考えられる。この実験の場合、アルカリ度の原因となるものは、ミルクそのもののアルカリ度、平衡状態で存在する重炭酸塩および実験の最初に無機栄養塩として投入したリン酸塩等が考えられよう。ラグーンの場合は、昼間は光合成のため炭酸が消費され、したがって炭酸イオンおよび重炭酸イオン濃度が減少するのでアルカリ度はそれだけ小さくなる。またホテイアオイ池の場合は、ミルクの嫌気性分解によりCO₂の他に有機酸が生成され、それによってアルカリ度が加わることも考えられる。ラグーンおよびホテイアオイ池において、いずれの場合も底の方が表面よりわずかにアルカリ度が大きいのは重炭酸イオン濃度の差によるものであろう。

次に図-8により総アルカリ度の24時間変化を見よう。まず、ラグーンの流出水の場合、昼間の光合成の影響がわずかに現れている。すなわち、光合成の行われない夜間はアルカリ度が高く、昼間は低い。アルカリ度の最大値は約30mg/lで4時から6時の間に現われているが、これはPHの24時間変化と大体、対応している。表面より底の方が高いことはこの図から明らかであり、この差は重炭酸濃度の差によるものであろう。ホテイアオイ池の場合も大体同様の傾向を示している。

溶存酸素

図-9は実験期間中の溶存酸素の変動を示す。まず、ラグーンについて見ると、流出水のDOは11月14日まで上昇の一途をたどっている。このことについて

は、総アルカリ度の項でも述べたように、他のいくつかの項目とよく一致している。とくに、SS（図-12）と一致していることは興味深い。DOの生成は光合成の結果であり、SS（藻類）と対応して増減することは当然考えられることである。11月20日以降減少しているのは、他の項目と同様、降雨の影響であろう。

DOは、かなりのばらつきを示しているが、これは過飽和のため、降雨の他に風等少しの条件の変動でも変動しやすいからだと思う。実験期間を通じて最低の値でも12mg/lあり、微生物による有機物の好気性分解には十分な量である。

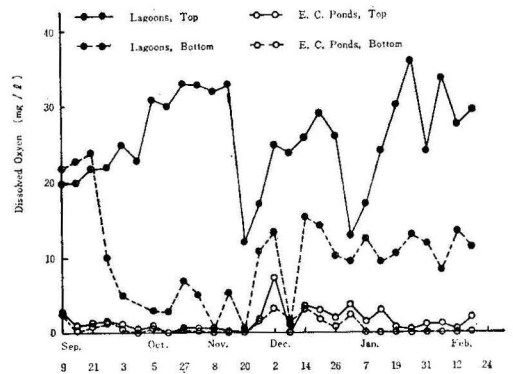


Fig. 9 Fluctuation of dissolved oxygen concentration

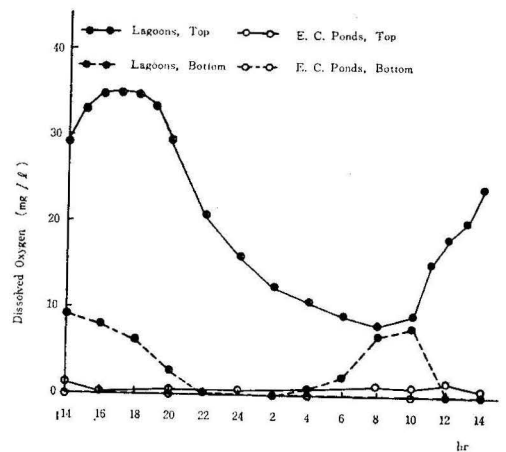


Fig. 10 Diurnal shift of dissolved oxygen concentration

次にラグーンの槽底の値について見ると、初日の9月9日には22mg/lあるが、次第に降下している。11月から12月にかけては零近くになっている。これは流出

水のBOD値（図—11）に比較するとおもしろい。すなわち、実験期間を通じて、流出水のBODが高くなるにつれて底のDOは低くなっている。そして12月下旬から大体一定値（平均11mg/l）となっている。すなわちBODが高くなるにつれて有機物を分解するに消費される溶存酸素の量が多くなっていること示す。初日の9月9日にDOがすでに21mg/lもあったということは、連続実験開始前に無機塩類による培養により、すでに藻類は約25mg/lに達しており、またBOD負荷は零であったからである。したがって、その時点では槽全体が約20~21mg/lのDO濃度になっている。

底においても、11月の一時期を除いてかなりのDOが存在していることになる。しかし夜間には一定時間はDOが零になる（図—10）。

次に、ホテイアオイ池のDOについてみると、表面はわずかにDOが存在することが同図からわかる。その値は0~4mg/lまでの値をとっており、平均値は1.56mg/lである。表面のDOは空気中から溶解したものと考えられる。

槽底にわずかながらDOが存在していることは疑問である。とくに12月初旬から1月初旬においては平均して1mg/lをこえる値を示している。人工的にばっ気してないので底ではDOは零になるはずである。このホテイアオイ池は酸素の消費すなわち、有機物の分解が極めて緩慢ではないかと考えられる。

次にDOの24時間変化をみてみよう。ラグーン流出水のDO曲線は、光合成による生産量の変化としてとらえることができる。DOのピークは17時におこっており、測定当日、2月5日の日照が一番強い13~14時から3~4時間のずれがある。それは、藻類が光エネルギーを吸収してから光合成するまでにある程度の時間がかかることによるものであろう。日没（18時15分）までなかなかDOは下がらない。18時を過ぎてからようやく下りはじめ、その後急激に降下している。日出（7時10分）後、8時にDOは最低値となり、8mg/lを示している。藻類は光を受けたら直ちに光合成を開始するはずであるが、DOが増加するまでにはやはり1~2時間のずれがある。

ラグーンの底の方は14時に最高値9mg/lを示し、22~2時までは零となっているが、その後また増加し始め、表面とは逆に8mg/lまで10時には上昇している。その原因はよくわからないが、小雨が降ったため表面となんらかの混合または循環がおこったのではないかとと思われる。通常は、底の方は22~8時までの

10時間ぐらいはDOは零になるのではないかと考える。

ホテイアオイ池も表面は、わずかに1mg/l前後のDOがある。これは、表面からのばっ気によるものであろう。底は殆んどDOはない。

BOD

まず、流入水の20°C 5日間BOD（以下、単にBODとかく）を表—1に示す。流入水のBODは一定になるべきであるが、実際には、かなりのばらつきがある。5回の測定値の平均値は196.2mg/lである。それに対して流出水のBODは図—11に示す通りである。まず、ラグーン流出水のBODをみると、実験初日（9月9日）の10mg/lから12月12日の最高値175mg/lまで上昇し続けている。これは、他の項目でもみられる、いわゆる非定常状態における経日増加であろう。その後、降雨の影響で急激に減少し、以後急激な変動は見られない。それで12月8日から一応の定常状態と見なし、それ以後の流出水の平均のBODを計算すると、55.1mg/lとなる。流入水の平均BODを196.2mg/lとして平均のBOD除々率を計算すると、27.9%となる。この値は、ラグーンで得られる普通の成績ではなからうかと思われる。

Tab. 1 BOD and Nitrogen of Influent (mg/l)

No.	BOD	NO ₃ -N	NH ₃ -N	Alb.-N
1	146.8	1.94	0.00	8.12
2	164.3	1.93	0.00	5.58
3	174.0	1.91	0.00	5.56
4	246.3	1.87	0.00	7.90
5	249.6	1.90	0.00	—
Ave.	196.2	1.90	0.00	6.79

したがって沖縄の気候条件でラグーンは適用可能であると思われる。しかも夏期および冬期の夜間のDOも豊富に残存しているので、設計いかんによっては好気性池として運転できると思う。

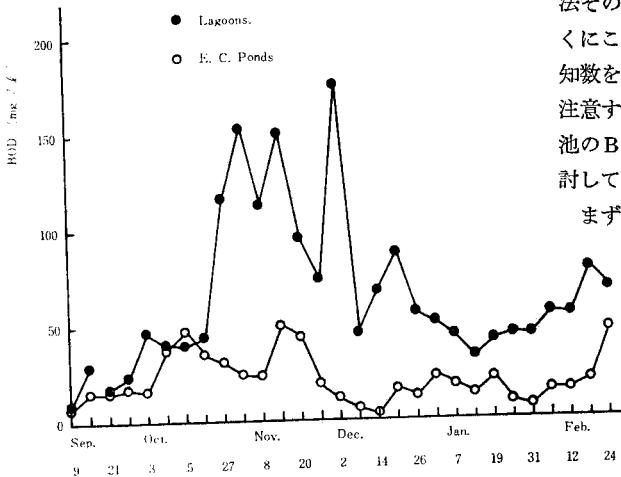


Fig. 11. Fluctuation of BOD in effluents.

次にホテイアオイ池の BOD の変動についてみよう。10月5日までは大体ラグーンと同じ傾向で増加し、47.8mg/l まで増加している。しかしその後は、11月14日のピーク(49.9mg/l)になるまでは、ラグーンとは逆に減少している。11月14日以後はラグーンと同じく減少し、12月14日に最低値3.8mg/lを示し、その後わずかに上昇している。

ラグーンと同じように12月8日から一応の定常状態とみなし、それ以後のBODの平均値を出すと16.9mg/lとなる。流入水のBODを196.2mg/lとすると、平均のBOD除去率は91.4%となる。ホテイアオイ池の場合、データのみで判断すると流出水のBODおよびその除去率は、ともに極めて良好な結果である。図-11で比較してもラグーンよりホテイアオイ池の方が流出水の濃度ははるかに低い。ところが、ホテイアオイ池は、前述したように嫌気性またはそれに近い状態であるためBOD試験結果には疑問の点が多い。試験はラグーン流出水で植種して下水試験法に従って行われたが“希釈に要する検水量”を大きくしてもそれに応じて酸素消費量が増加せず、40~70%に入るものは殆んどなかった。検水量200CCで酸素消費率は17.3% 60CCで7.8%、20CCで10.5%という具合である。結局、検水量を少なくとる程BODは高く出ることになる。植種水量との関係もあり、あまり検水量を少なくすることも疑問があるので、検水量は常に20CC採ることとした。この方法でデータの相対的な評価はできると考える。筆者等は以前にも、し尿浄化槽流出水のBOD試験の際も同じような経験をしている。

このBOD試験については現在もいろいろな角度から試行錯誤を繰り返しているところである。BOD試験

法そのものに、いろいろあいまいさを含んでおり、とくにこのホテイアオイ池のように嫌気性でしかも、未知数を多く含んでいる廃水の分析値の解釈は、十分に注意する必要がある。それでは、このホテイアオイ池のBOD値はどの程度の信頼性があるだろうか、検討してみよう。

まず考えられることは、この槽内の水は生物学的にかなり分解しにくいものではないかということである。それは、この水には腐敗性のミルクが入っており、DOは常に零であるはずであるが、表面で平均1.56、底でも平均0.83mg/lのDOが存在しているからである。

それなら、この実験におけるBODの測定値より極端にかけはなれて多量の有機物が実際には存在するのであるか、という疑問がおこる。図-11をもう一度見ると、10月5日~11月18日の約1ヶ月間を除いては全実験期間を通じてホテイアオイ池の変動はラグーンのそれに大体一致している。この二つの槽は、負荷その他の条件は全く同じといっているので、経日変化は同一傾向になるはずである。ラグーンのBOD値は正常であるので、ホテイアオイ池も有機物が高いときは、BOD値も高く出ることができよう。ただ、ラグーンとホテイアオイ池は水質からみて、異質なものであるのでBODの絶対値をそのまま比較することは危険であろう。

ここで他の測定項目について、ラグーンとホテイアオイ池について簡単に比較してみよう。ホテイアオイ池の場合、アルブミノイド性窒素(図-13)も低く、SSは全実験期間を通じて、殆んど検出されず零である。また透視度も常に30cm以上であり透視度計で測定できない程澄んでいる。以上のことから、BODもラグーンよりホテイアオイ池の方が小さいであろうといえることは推察できる。

ホテイアオイ池の水質については、色々の角度から検討中である。

SSおよび透視度

図-12にSSの変動を示す。測定は遠沈法による。回転数が4000rpm⁶⁾であるのでミルクそのものはもちろん、細菌類も含まれていない。したがってラグーン流出水のSS値は藻類と見なすことができると思う。

藻類濃度は、光合成の結果であるDOと直接関係がある。流出水のDOとSSと変動傾向を図-9と図-12で比較するとよく一致していることがわかる。SSの変動は、他の項目とも類似しており、11月上旬まで

は、いわゆる非定常状態における経日増加をしている。降雨の影響で11月14日に急に降下し、1月13日からまた上昇しはじめ2月6日に第2のピーク値135mg/lを示している。この実験で流出水のSS濃度が高いのは、流出口に藻類流出防止の工夫を、なんら施していないためである。したがって、このSS濃度は槽内のSS濃度でもあり、なんらかの藻類流出防止策をとれば、槽内のSS濃度はもっと高くなるであろうし、流出水濃度は低くなるであろう。

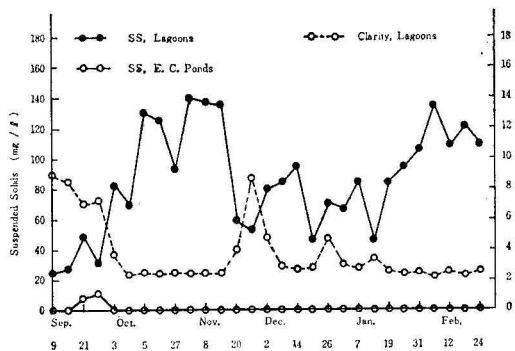


Fig. 12 Fluctuation of suspended solids and clarity in effluents

次にホテイアオイ池のSSは、実験の初期においてはいくらかでているが、10月以降はずっと零である。外観は水道水とあまりかわりない。透視度は、ここにデータとして示していないが、常に30cmを越えるので常法では測定できないのである。

ラグーン内の透視度は初期の非定常状態では、次第に降下し10月ごろから安定して2.5cm位の値を示している。例外的に11月26日前後と12月26日に高い値を示しているが、これは降雨の希釈作用によるものである。

窒素

ラグーン中の藻類もホテイアオイも植物であり、光合成をするので無機性の窒素を吸収することは当然考えられる。したがって、ミルク中の有機性窒素が分解されアンモニア性または硝酸性窒素として無機化されれば当然、これらは吸収されるであろう。

この実験において、窒素がどのような形でどの程度流出水に残留し、または除去されるかを見るために、総窒素、アルブミノイド性窒素、アンモニア性窒素および硝酸性窒素を測定した。亜硝酸性窒素もチェックした。流入水の各態窒素の分析結果を表-1に示す。

図-13はラグーンおよびホテイアオイ池のアルブミノイド性窒素の変動を示す。プラントの運転は9月9日から開始されているが、窒素に限り、10月11日から分析を初めた。

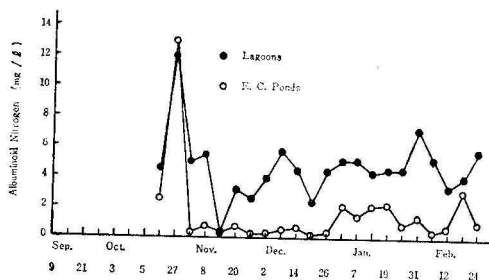


Fig. 13 Fluctuation of albuminoid nitrogen in effluents

まず、ラグーンについてみると、10月27日にピーク値12mg/lを示し11月14日に最低値となり、12月ごろから同じ状態の操返し、また多少増加の傾向を示している。10月27日の異常に高い値は、他の項目でも見られる現象で、運転開始直後における、プラントが正常に働かないための、いわゆる非定常状態における、蓄積によるものであろう。

BODと同じように12月8日から、一応の定常状態と見なし、平均値をだすと4.39mg/l、除去率は35.3%となる。サンプルは藻類を含んだまま分析しており、汙過して藻類を除去した場合は、0.5~1mg/lに下がる。したがって、藻類中に3.39~3.89mg/lのアルブミノイド性窒素がとりこまれていることがわかる。藻類を除去してから、流出水を放流すれば、もちろん流出水の窒素は極端に減少するであろう。

ホテイアオイ池の場合、ラグーンに比較して流出水のアルブミノイド性窒素は全般的にかなり低い、変動の傾向は両方ともよく似ている。すなわち、10月27日にピーク値、11月14日に最低値を示し、12月下旬ごろから多少上昇の傾向を示している。

ホテイアオイ池の場合もラグーンと同じように12月8日以降の値の平均値を出すと、その値は1.19mg/lとなる。除去率は82.5%で高い値を示している。ホテイアオイ池の場合、BODについても疑問の点が多かったが、このアルブミノイド性窒素の除去率82.5%についても説明がつきにくい。ホテイアオイは有機性窒素を吸収しないであろうし、また82.5%の有機性窒素が無機化されることも考えられないからである。ホテイ

アオイは根が相当量垂れ下がっているのです、それによる吸着が相当なウエイトをしめているのではないかという推測をしているがどの程度のものか今後明かにしなければならぬ問題だと思う。

総窒素も下水試験法の環元法により測定したが、検定の結果測定値にかなりの疑問があるのでデータとして採用してない。アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素および硝酸性窒素は、ラグーンでもホテイアオイ池でも全く検出されなかった。

このことは、ミルク中の有機性窒素が無機性窒素まで分解されなかったか、または分解されても、ことごとく藻類またはホテイアオイによって吸収されたことを示す。流入水に硝酸性窒素が $1.91\text{mg}/\ell$ 含まれているが、流出水からは全く検出されない。このことは、無機性窒素は含まれていても吸収されることを示す。

4. 総 括

以上のべたように脱脂ミルクを使った人工下水をラグーンおよびホテイアオイ池で処理する実験を行い、多少の知見をえた。結果の主なものをもとめてみる。

(1) ホテイアオイは、長期間有機廃水と接触しても、問題となるような障害はなく、有機廃水中でも十分に生活ができる。

(2) ラグーンは好気性池であり、ホテイアオイは嫌気性池またはそれに近い。

(3) ホテイアオイ池の流出水は、いわゆる腐敗臭がある。夏は流出水放流中は、約1mの距離から臭う。冬は流出水を手に汲んで鼻に近づけると臭う程度である。

(4) ラグーンはPH値が高く10~11であり、廃水の好気性処理の最適PHの上限値8をはるかに越える。

(5) アルカリ度はラグーンよりもホテイアオイ池が高く、頂部よりも底部の方がやや高い。したがって炭酸濃度もホテイアオイ池が高いものと思われる。

(6) ラグーンのDOは、全実験期間を通じて高い値を示している。流出水が平均 $25.6\text{mg}/\ell$ 、底が平均 $10.1\text{cm}/\ell$ である。底は、夜間は、DOが零になる

ものと考えられる。

(7) BOD除去率はラグーンが71.9%、ホテイアオイ池が91.4%でありホテイアオイ池が高い。

(8) アルブミノイド性窒素の除去率も、ラグーンが35.3%、ホテイアオイ池が82.5%であり、ホテイアオイ池の方はかなり高い。ラグーン流出水から藻類を除去すればこの除去率は大きく向上するであろう。

(9) ラグーンでもホテイアオイ池でも、流出水から無機性窒素は検出されなかった。

以上、総括を述べたが、ラグーンは沖縄の気候条件のもとで、他の立地条件が整えば適用可能であると思われる。

ホテイアオイ池の場合は、流出水の臭気の問題、池の底に堆積したホテイアオイの枯葉の問題およびそれによる水質悪化の問題等、未知の問題が多いので、いま、直ちに実用化について述べることは難しい。現在実験継続中である。

参 考 文 献

- 1) Howard K. Willford and E. Jeo Middlebrooks : Performance of Field-Scale Facultative WasteWater Treatment Lagoons. Jour. WPCF, Vol. 39, No.12, 2008—2019 (1967) .
- 2) Hassan M. El-Baroudi and Sobhi K. Moawad : Rate of BoD Reduction by Oxidation Ponds. Jour. WPCF, Vol. 39, No. 10, 1626—1646 (1967) .
- 3) 池田弘子, 森栄 : ミズアオイの池の汚水浄化. 奈良女子大学生物学会誌, 第10号, 146—147 (1960)
- 4) George P. Fitzgerald : the Effect of Algae on BOD Measurements. Jour. WPCF, Vol. 36, No.12, 1524—1543 (1964) .
- 5) 津田松苗 : 汚水生物学. 232—233 (1964)
- 6) 田宮博, 渡辺篤 : 藻類実験法. 68,187(1971)
- 7) 日本水道協会 : 下水試験法 (1964)