

NH₄-N の簡易測定 の 検証 と

寒冷地における低炭素社会対応型浄化槽の評価

社団法人 山形県水質保全協会

○高橋 義隆 丸田 徹

1 はじめに

山形県は東北地方の日本海側に位置し、夏の気温が 40℃を超えた記録もあるほど暑い地域であるが、冬は全国でも積雪量が多い寒冷地域である。県内の冬期間（1～2月）の平均気温は山形市で-0.1～-0.4℃であり、浄化槽の平均水温は 11℃を下回る（図-1）。

また、平成 21 年度の浄化槽行政組織等調査における 11 条検査の平均 BOD は 50 人槽以下で 12.0mg/L であるが、当協会管内の平成 22 年度の平均 BOD は 16.4 mg/L である。

低炭素社会対応型浄化槽（窒素除去）を求める地域が増加している現状、法定検査においては、窒素の除去機能は通常の水質検査や外観からは判断できない。しかし、アンモニア性窒素を測定することは、所期の機能を知る上でも重要である。

そこで、アンモニア性窒素を簡易な測定キットで測定し、窒素除去機能を現場検査で評価するための検討を行った。

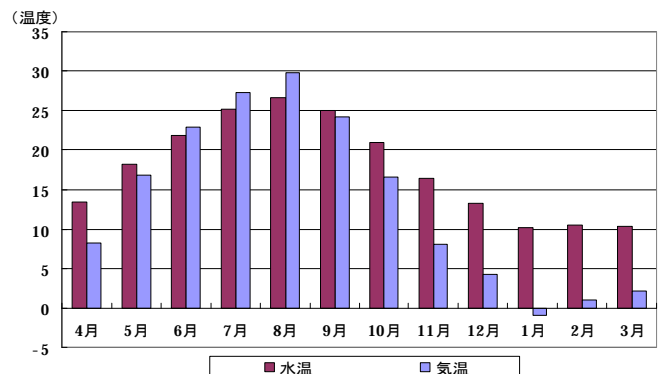


図-1 月別の温度

2 調査対象浄化槽と窒素の簡易測定について

調査対象浄化槽については、近年、設置基数を伸ばしている窒素除去型のうち低炭素社会対応型浄化槽 5 メーカー 5 機種を選定し、各 10 基、計 50 施設の処理水測定を行った。

窒素の測定については、NH₄-N(アンモニア性窒素)の簡易測定と公定法による測定を行った。また、公定法により T-N の測定も行った。

3 簡易測定キットの測定精度および操作性について

(1) アンモニア性窒素の簡易測定について

簡易測定には、(株)ユニチカテクノスが現在開発している低コストのアンモニア性窒素測定キットを使用した（図-2）。その測定方法を図-3 に示す。また、環境教育等で使われている(株)共立理化学研究所のパックテスト（排水）も使用した。



図-2 エチカテクス測定キット

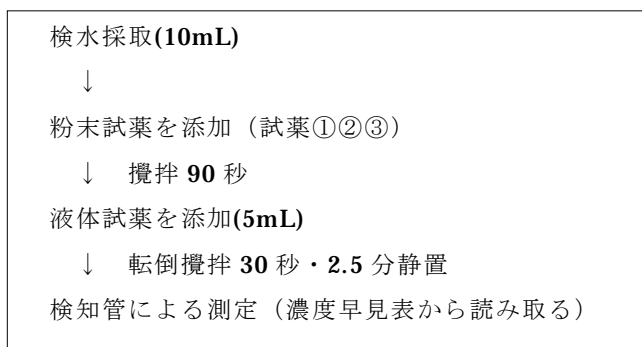


図-3 測定方法

(2) 測定結果と考察

NH₄-Nの測定結果を表-1に示す。また、公定法との比較の結果を図-4、図-5に示す。公定法と簡易測定における測定値の相関係数は、測定キットは**0.629**、バックテストは**0.661**であった。それぞれの測定範囲における相関係数は測定キットが**0.849**、バックテストが**0.850**に上がった(図-6、図-7)。

| 測定方法 | 測定キット | バックテスト | 公定法 |
|-----------|----------------|-----------------------|----------------|
| | ユニチカテクス(株) 試作品 | 株式会社理化学研究所 アンモニウム(排水) | インドフェノール 靑吸光度法 |
| 測定範囲 | 1~10 | 0~16以上 | — |
| 平均(mg/L) | 3 | 6.8 | 13 |
| 最小値(mg/L) | 0 | 0.2 | 0.2 |
| 最大値(mg/L) | 10 | 12 | 50 |
| 標準偏差 | 2.52 | 4.57 | 14.18 |

表-1 NH₄-Nの測定結果

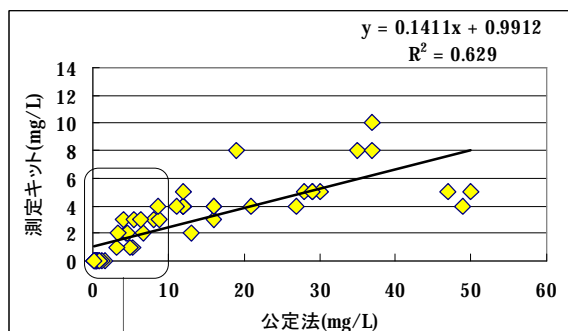


図-4 NH₄-N 公定法と測定キットの関係①

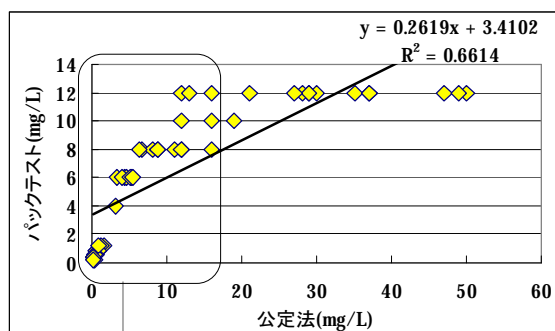


図-5 NH₄-N 公定法とバックテストの関係①

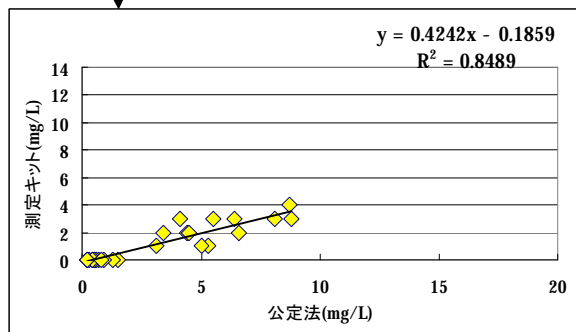


図-6 NH₄-N 公定法と測定キットの関係②

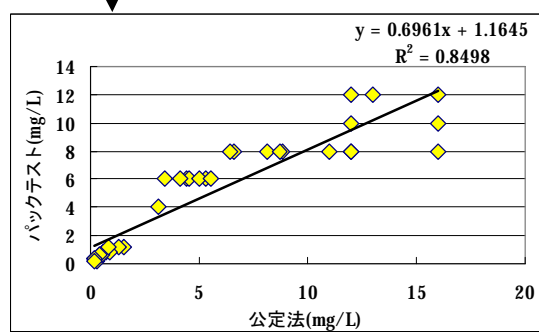


図-7 NH₄-N 公定法とバックテストの関係②

しかしながら測定キットの場合、全体的に公定法より低い値となり、濃度が高くなるにつれてその差が大きくなった。パックテストでは **6 mg/L** 以下では、ほぼ公定法と同等の値となったが、**8mg/L** 以上で差が大きくなった。

今回の簡易測定では、測定範囲をある程度絞って検証すると、どちらの簡易測定法も公定法との高い相関が認められたが、パックテストの方が公定法により近い値となった。

公定法と簡易測定とで数値に差が生じた原因として、まず検地管の読み取り数値の偏りが考えられる。また個人差も原因として考えられるが、今回はすべて一人の検査員で統一したため、個人によるばらつきは考えにくい。

次に、浄化槽の処理水をそのまま希釈せずに使用したことが挙げられる。今回の測定を通して、濃度が高くなるにつれ公定法と簡易測定との差は大きくなり、正確な数値が得られないことが分かった。公定法では約半数の検体が **10mg/L** を越えていたので、濃度の高いものに関しては希釈が必要となり、検査で活用するには測定範囲を拡張することが課題であると考えられた。

また、現場検査においては測定の簡易性が求められるが、測定キットは測定の工程ならびに使用する試薬や器具などが多く、現場で測定するにはあまり効率的ではないと思われる。その点、チューブに水を吸い込むだけのパックテストは利便性がよく、低濃度の場合精度もよいので、簡易的なデータを集積する方法として有効であると言える。

4 処理水の測定結果について

50 検体を測定した結果、それぞれの平均値を表-2 に示す。

なお、公定法 **T-N** には紫外吸光光度法を用いた。

表-2 測定結果の各平均値

| 検体数 | 公定法 T-N (mg/L) | 公定法 NH ₄ -N (mg/L) | BOD (mg/L) | 透視度 | pH | 水温 (°C) |
|-----|----------------------|-------------------------------------|---------------|-----|-----|------------|
| 50 | 25 | 13 | 16 | 24 | 6.9 | 11.4 |

T-N の全体像を把握するため、ヒストグラムを図-8 に示す。平均 **T-N** が **25mg/L** だがヒストグラムで見ると図には **5~20mg/L** のグループと **30~50mg/L** の 2 つのグループがあることが分かる。つまり、窒素除去が進んでいるグループ **A** と、窒素除去が進行していないグループ **B** である。

そこで、**T-N20mg/L** を基準として区切り、各項目の平均値をとって示したのが表-3 である。**T-N20mg/L** 以下であった **28** 検体の各平均値は、**NH₄-N3.7**、**pH6.8**、透視度 **27** で、処理の進行度合いとの関連性がうかがえる。また、**BOD** は全体の平均よりも **4** ポイント低い **12mg/L** であった。

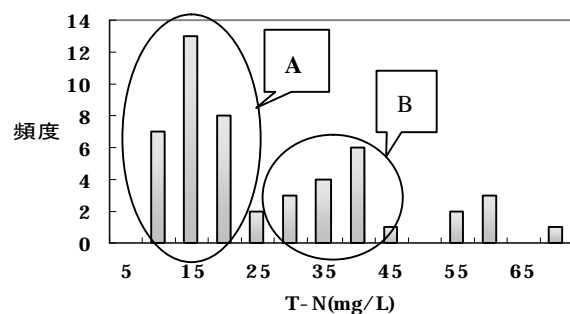


図-8 T-N のヒストグラム

表-3 T-N20mg/L 以下の各平均値

| 検体数 | 公定法 T-N (mg/L) | 公定法 NH ₄ -N (mg/L) | BOD (mg/L) | 透視度 | pH | 水温 (°C) |
|-----|----------------------|-------------------------------------|---------------|-----|-----|------------|
| 28 | 13 | 3.7 | 12 | 27 | 6.8 | 12.6 |

続いて、T-N と NH₄-N の相関をとった (図-9)。

元々の近似曲線はライン 1 で相関係数が 0.739 であるが、エリア 1 があることに着目し、その中で近似曲線 (ライン 2) がとれるのではないかと想定した。

そこでデータを解析したところ、NH₄-N と T-N の比に関連性があると考え、NH₄-N/T-N 比が低い場合 (0.5 未満) と、高い場合 (0.5 以上) に分けてそれぞれ相関をと

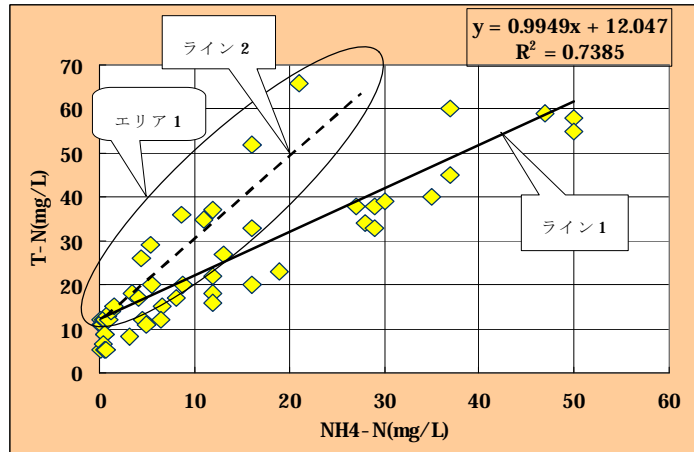


図-9 T-N と NH₄-N との関係

ると、図-10、図-11 のグラフとなった。NH₄-N/T-N 比が 0.5 以上と高い傾向にあるのがライン 1 であった (図-10)。

反対に、NH₄-N/T-N 比が 0.5 未満と低いエリア 1 の相関をとると、近似曲線ライン 2 がとれ、ライン 1 とライン 2 は図-9 のグラフとほぼ一致する結果となった。

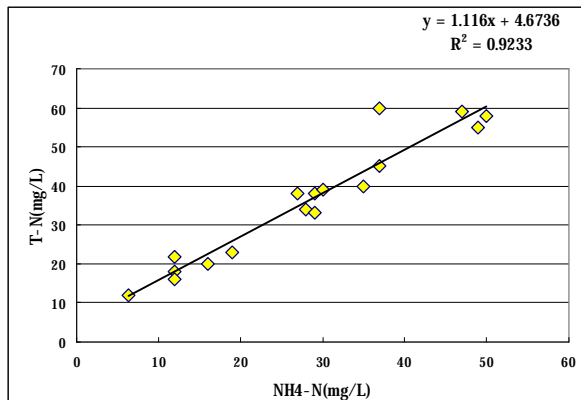


図-10 NH₄-N/T-N が 0.5 以上
(ライン 1 と同等)

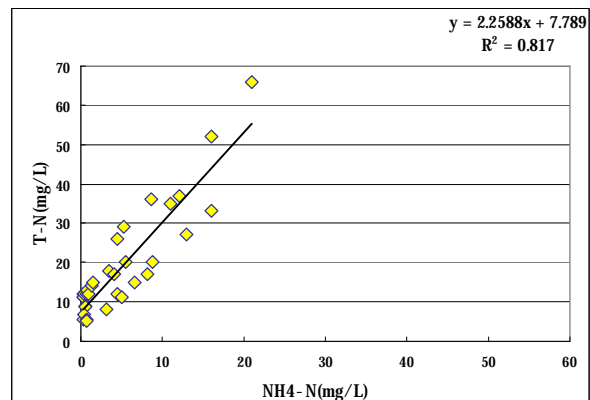


図-11 NH₄-N/T-N が 0.5 未満
(エリア 1 におけるライン 2 と同等)

また、図-9 のグラフを pH7 基準にして見たところ、図-12 のようなグラフになった。pH7 以上のライン 3 は図-10 と、pH7 未満のライン 4 は図-11 とほぼ一致することから、NH₄-N/T-N 比と pH には関連性があると言える。

従って、図-12 から T-N の処理目標 20mg/L を考えたとき、ライン 4 では NH₄-N が 5 mg/L 以下、ライン 3 では NH₄-N が 12 mg/L 以下であれば、おおよそ目標をクリアしていると

思われる。ライン 3 とライン 4 を総合的に判断する場合、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が 5 ～12 mg/L のときはばらつきがあるためグレーゾーンとなる。 $\text{NH}_4\text{-N}$ が 12 mg/L 以上になると、 T-N は 20mg/L を超えていると思われる。このときの pH が 7 以上のアルカリ側(ライン 3)に傾いたときは硝化の進行度合いが、pH が 7 未満の酸性側(ライン 4)に傾いたときは脱窒の進行度合いが T-N 値に影響してくると考えられる。

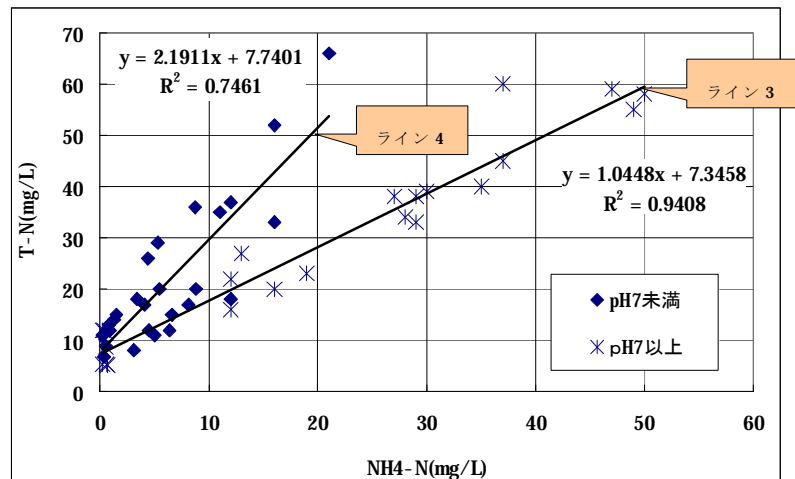


図-12 pH から見た T-N 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の関係

5 まとめ

(1) 寒冷地における低炭素社会対応型浄化槽の評価について

今回の冬期間に測定した 50 検体は、 T-N 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 BOD いずれも突出して異常値を示した検体はなかった。全体的には、平均水温が 11.4℃と低いにも関わらず平均 BOD が 16mg/L と基準値をクリアし年間平均 BOD と同様の値となったが、平均 T-N は 25mg/L と、窒素除去型の処理目標 20mg/L を超過する結果となった。 T-N については、法定検査や保守点検において、判断が曖昧で認識が薄いことが要因と思われる。

(2) $\text{NH}_4\text{-N}$ の簡易測定と公定法の検証、並びに $\text{NH}_4\text{-N}$ と T-N 相関について

$\text{NH}_4\text{-N}$ の簡易測定については、測定範囲が浄化槽処理水より狭いが、その範囲の測定精度は、処理機能の判断に活用できるレベルであった。

また、浄化槽の窒素除去型性能は処理水の pH と $\text{NH}_4\text{-N}$ から判断することができるものと考え $\text{NH}_4\text{-N}$ を測定し pH を見た場合には一応の関連性があり、 T-N が基準値内であるかどうか一定の判断がつくことが分かった。

考 察

法定検査では、検査現場で外観検査や書類検査、pH や透視度、溶存酸素量等を検査した上で BOD 測定し、浄化槽を総合的に判断するという事は言うまでもないが、窒素除去型の浄化槽に対し、現在の検査項目では対応できていないことから、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の簡易測定を用いることも有効な判断材料となるのではないかと考える。

窒素除去型浄化槽の総合的な管理の意識を高め、 BOD 除去と T-N 除去に関する保守点検技術と法定検査技術の向上が、今後の水環境保全に対しても有効に働くと考える。

$\text{NH}_4\text{-N}$ の簡易測定を行うことにより T-N の処理進行の度合いを推測することは現場管理に有効であることを再認識する結果となった。