

## NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ PHÚ DƯỠNG HÓA Ở MỘT HỒ NÔNG CỦA NHẬT BẢN

Tạ Đăng Thuận<sup>1</sup>, Bùi Quốc Lập<sup>2</sup>, Masayoshi Harada<sup>3</sup>, Kazuaki Hiramatsu<sup>3</sup>

**Tóm tắt:** Hiện tượng phú dưỡng ở các vùng nước xảy ra do giàu lên quá mức bởi các chất dinh dưỡng dẫn đến tăng trưởng không kiểm soát của tảo, làm phát sinh tảo lam, tảo độc, giảm nồng độ oxy hòa tan trong nước do phân hủy các chất hữu cơ, gia tăng chi phí xử lý nước, làm cho các hồ dần dần trở nên nông hơn ảnh hưởng đến việc cung cấp nước. Hiểu được các đặc điểm diễn biến phú dưỡng trong các vùng nước là một trong những cơ sở khoa học cần thiết cho việc đề xuất các giải pháp quản lý, kiểm soát chất lượng nước. Với ý nghĩa đó, nghiên cứu này bước đầu đưa ra một số kết quả về việc khảo sát hiện tượng phú dưỡng thông qua các chỉ số Tổng Ni tơ/Tổng Phốtpho (TN/TP), mức độ dinh dưỡng và chỉ số trạng thái phú dưỡng (TSI)... ở hồ Okubo thuộc vùng Kyushu, Nhật Bản.

**Từ khóa:** Phú dưỡng, Tổng Ni tơ (TN), Tổng Phốt pho (TP), Chỉ số trạng thái phú dưỡng (TSI), hồ Okubo.

### 1. GIỚI THIỆU CHUNG

Phú dưỡng là một trong những vấn đề chất lượng nước điển hình thường xảy ra ở các thủy vực, đặc biệt là các vùng nước tĩnh, nông. Chúng làm tăng các chất lơ lửng, chất hữu cơ, làm suy giảm lượng oxy trong nước, nhất là ở tầng dưới sâu gây ảnh hưởng không tốt đến chất lượng nước và hệ sinh thái nước.

Theo nhiều nghiên cứu, nguyên nhân dẫn đến hiện tượng phú dưỡng bao gồm: nồng độ các chất dinh dưỡng trong thủy vực cao, đặc biệt là các muối đa lượng nitơ và phốt pho (Blomqvist et al., 1994), nhiệt độ nước ấm, cường độ chiếu sáng, pH cao, hàm lượng CO<sub>2</sub> thấp (Cronberg and Annadotter, 2006; Zimba et al., 2006). Vì vậy, việc đánh giá sự phú dưỡng đã được nhiều các nhà khoa học công bố trong những nghiên cứu của mình. Trong nghiên cứu này đã sử dụng các phương pháp đánh giá từ mức độ dinh dưỡng thông qua so sánh với nồng độ TN, TP, Chl.a (Håkanson et al., 2007) đến xem xét trạng thái dinh dưỡng của hồ (Carlson, 1977) và chỉ ra

chất dinh dưỡng hạn chế với sự phát triển của tảo (WHO, 2002) nhằm có cái nhìn đầy đủ hơn về đặc điểm phú dưỡng của hồ nghiên cứu để có thêm cơ sở đề xuất các biện pháp quản lý và kiểm soát phú dưỡng một cách hiệu quả.

### 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1 Mô tả khu vực nghiên cứu

Hồ Okubo là hồ phục vụ sản xuất nông nghiệp ở bán đảo Itoshima, phía Tây thành phố Fukuoka của quần đảo Kyushu, Nhật Bản. Là hồ nhỏ có diện tích mặt nước khoảng 19.300 m<sup>2</sup>, độ sâu trung bình khoảng 3m với tổng trữ lượng nước khoảng 62.200 m<sup>3</sup>.



Hình 1. Vị trí của hồ Okubo-Nhật Bản

<sup>1</sup> Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên.

<sup>2</sup> Trường Đại học Thủy Lợi.

<sup>3</sup> Trường Đại học Kyushu, Nhật Bản.

## 2.2. Thời gian lấy mẫu nước

Thời gian lấy mẫu nước được thực hiện từ ngày 13/5/2015 đến 27/10/2015 trong khoảng thời gian từ mùa Xuân (Tháng 5), mùa Hè (tháng 6-8), đến mùa Thu (tháng 9, 10).

Là hồ nhỏ, nông nên ta coi như hồ hòa trộn đều. Mẫu lấy đại diện cách bờ khoảng 1m và độ sâu khoảng 20 cm dưới mực nước hồ bằng chai nhựa polyethylene. Mỗi tuần lấy 1 lần vào khoảng 9 - 10 giờ sáng.

## 2.3. Phương pháp phân tích và đánh giá chất lượng nước

### 2.3.1. Phương pháp phân tích

Các thông số pH, nồng độ oxy hòa tan (DO) và nhiệt độ nước, độ dẫn điện được đo trực tiếp tại hiện trường bằng máy đo nhanh đa chỉ tiêu HORIBA U-20.

Các chỉ tiêu: NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, Tổng phốt pho (TP) được xác định bằng phương pháp quang phổ trên máy đo quang UV-Vis 1800, Shimadzu-Nhật. Tổng Ni tơ (TN) được đo bằng phương pháp APHA 4500B-N (APHA, 2001). Chlorophyll a (Chl.a) được chiết

xuất với 90% acetone và xác định bằng phương pháp quang phổ (APHA, 2001) trên máy UV-Vis 1800, Shimadzu-Nhật).

### 2.3.2. Đánh giá chất lượng nước

- Số liệu đo đạc và phân tích được tính toán theo giá trị trung bình tháng.

- Việc đánh giá chất lượng nước mặt bằng cách so sánh các thông số với Tiêu chuẩn chất lượng nước hồ của Nhật Bản (EQSs, 2003) được trình bày trong Bảng 1.

- Đánh giá mức độ phú dưỡng

+ So sánh các thông số TP, TN và Chl.a theo phân loại dinh dưỡng hồ theo tiêu chuẩn của Hakanson và cs (Håkanson et al., 2007) thành 4 mức: Nghèo dinh dưỡng, dinh dưỡng trung bình, phú dưỡng và siêu phú dưỡng.

+ Tính toán chỉ số phú dưỡng TN/TP rồi so sánh, đánh giá với tiêu chuẩn của WHO (WHO, 2002) xem xét yếu tố dinh dưỡng nào là hạn chế với sự phát triển của tảo.

+ Xem xét trạng thái phú dưỡng của hồ theo chỉ số trạng thái dinh dưỡng Carlson (Carlson, 1977) với ba chỉ số TSI(TP), TSI(TN) và TSI(Chl.a).

**Bảng 1. Tiêu chuẩn một số thông số chất lượng nước hồ ở Nhật Bản**

Mức	Mục đích sử dụng	Giá trị tiêu chuẩn				
		pH	COD (mg/l)	SS (mg/l)	DO (mg/l)	Tổng Coliform (MPN/100 ml)
AA	Dùng cho mục đích nuôi cá (cấp 1) và bảo tồn thiên nhiên và mục đích sử dụng như loại A	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	$\leq 1$	$\leq 1$	$\geq 7.5$	$\leq 50$
A	Dùng cho mục đích nuôi cá (cấp 2, 3), nước tắm và mục đích sử dụng như loại B	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	$\leq 3$	$\leq 5$	$\geq 7.5$	$\leq 1000$
B	Dùng cho mục đích nuôi cá (cấp 3), cấp công nghiệp, và nông nghiệp	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	$\leq 5$	$\leq 15$	$\geq 5$	-
C	Dùng cho mục đích cho công nghiệp, bảo tồn môi trường	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	$\leq 8$	Dạng bụi nổi hoặc không phát hiện	$\geq 2$	-

Mức	Mục đích	Giá trị tiêu chuẩn	
		TN (mg/l)	TP (mg/l)
I	Mục đích bảo tồn môi trường tự nhiên và mục đích sử dụng như II	≤ 0.1	≤ 0.005
II	Nước cấp loại 1,2,3, nuôi cá loại 1, nước tắm và mục đích sử dụng như loại III-V	≤ 0.2	≤ 0.01
III	Nước cấp loại 3 (loại đặc biệt) mục đích sử dụng như loại IV-V	≤ 0.4	≤ 0.03
IV	Dùng cho mục đích nuôi cá (loại 2), mục đích sử dụng như loại V	≤ 0.6	≤ 0.05
V	Nuôi cá loại 3, cấp công nghiệp, nông nghiệp và bảo tồn môi trường	≤ 1	≤ 0.1

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1 Các thông số chất lượng nước

Các thông số Nhiệt độ, pH, DO, Độ dẫn điện (EC) đo đạc ở hồ Okubo được biểu diễn trong Hình 2, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, TN, PO<sub>4</sub>-P, TP, Chlorophyll-a trong Hình 3, thống kê mô tả các thông số chất lượng nước được chọn thể hiện ở Bảng 2 và ma trận tương quan được thể hiện trong Bảng 3.

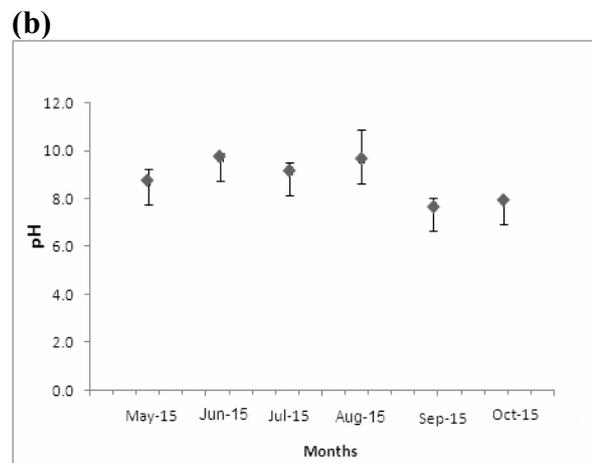
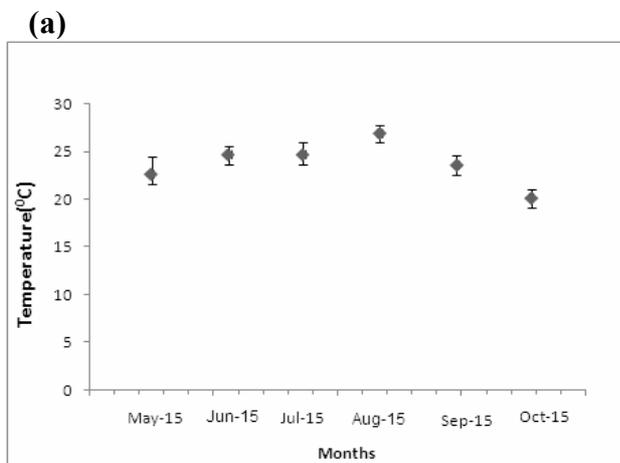
Nhiệt độ trung bình trong hồ Okubo là 23.8<sup>o</sup>C cao nhất trong tháng 8 là 27.9<sup>o</sup>C và thấp nhất trong tháng 10 là 19.2<sup>o</sup>C. Giá trị nhiệt độ quan trắc có sự tương quan nghịch với EC (r=-0.133), NO<sub>3</sub>-N(r=-0.447), TP(r=-0.475) và tương quan thuận với pH(r=0.498), DO(r=0.145), TN(0.131), Chl-a(r=0.462).

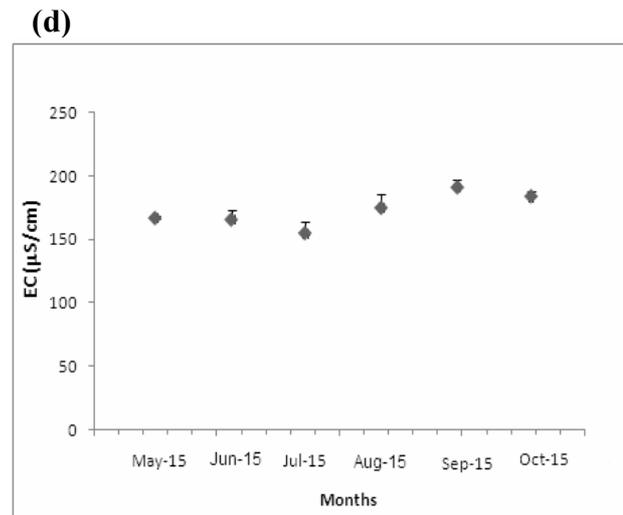
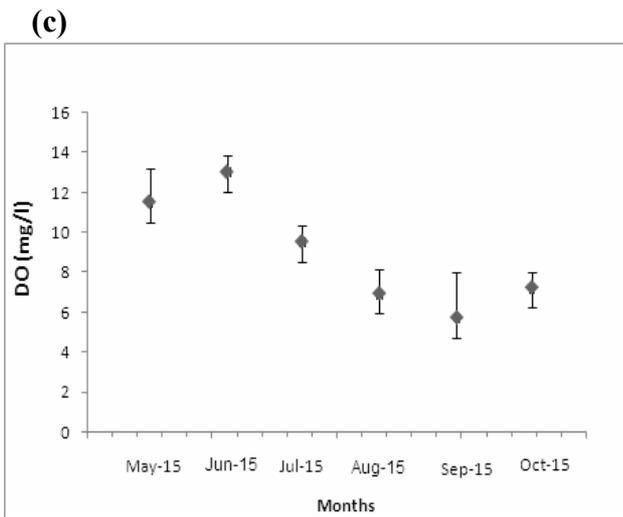
pH ở hồ Okubo giá trị cao nhất vào tháng 8 là 10.9 và thấp nhất vào tháng 9 là 7.1, giá trị trung bình là 8.8. pH trong hồ có xu thế tăng dần từ mùa xuân đến hè, giảm vào mùa thu, độ dịch chuyển từ trung tính đến kiềm. Một số thời điểm chủ yếu vào mùa hè pH cao không phù

hợp với tiêu chuẩn cấp nước cho nông nghiệp. pH có tương quan thuận lớn với nhiệt độ (r=0.498), DO(r=0.695), Chl.a (r=0.617) và tương quan nghịch với TP (r=-0.489). Điều này cho thấy pH tăng cao vào mùa hè thích hợp cho sự phát triển của tảo.

Giá trị DO trung bình ở hồ Okubo là 9.2 mg/l, cao nhất trong tháng 6 là 14.02mg/l và thấp nhất trong tháng 8 là 5.78mg/l, phù hợp với tiêu chuẩn cho phép ở mức AA (EQSs, 2003) và với mục đích cung cấp nước cho nông nghiệp. Sự gia tăng nhiệt độ, đặc biệt là vào mùa hè đi kèm với sự sụt giảm của DO. Điều này được giải thích bởi sự phụ thuộc của độ hòa tan oxy vào nhiệt độ nước, trong đó tăng vào mùa hè.

EC có giá trị trung bình là 174(μS/cm), cao nhất vào tháng 9 là 199(μS/cm) thấp nhất vào tháng 7 là 148(μS/cm). Điều này cho thấy sự gia tăng các ion hòa tan trong nước vào mùa thu. EC có tương quan nghịch với nhiệt độ (r=-0.133), pH(r=-0.714), DO(r=-0.754).





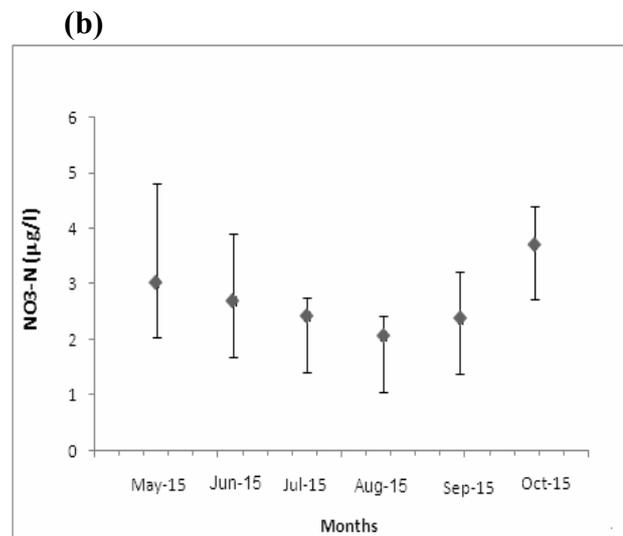
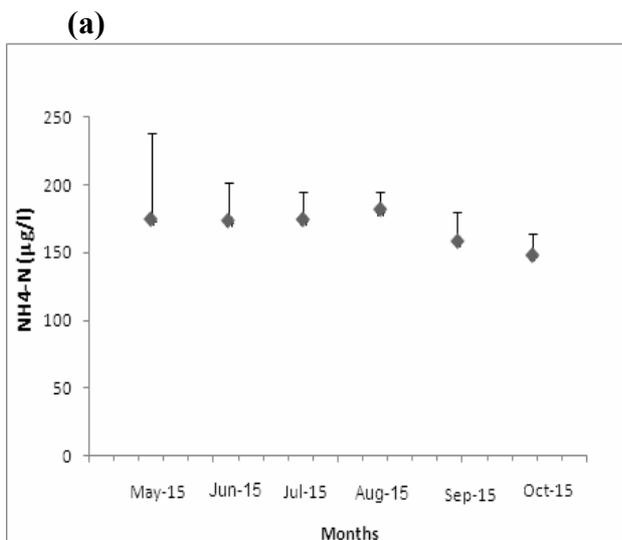
Hình 2. Sự biến đổi hàng tháng của các thông số chất lượng nước ở hồ Okubo (Trung bình  $\pm$  độ biến thiên) a. Nhiệt độ, b. pH, c. Nồng độ oxy hòa tan (DO), d. Độ dẫn điện (EC)

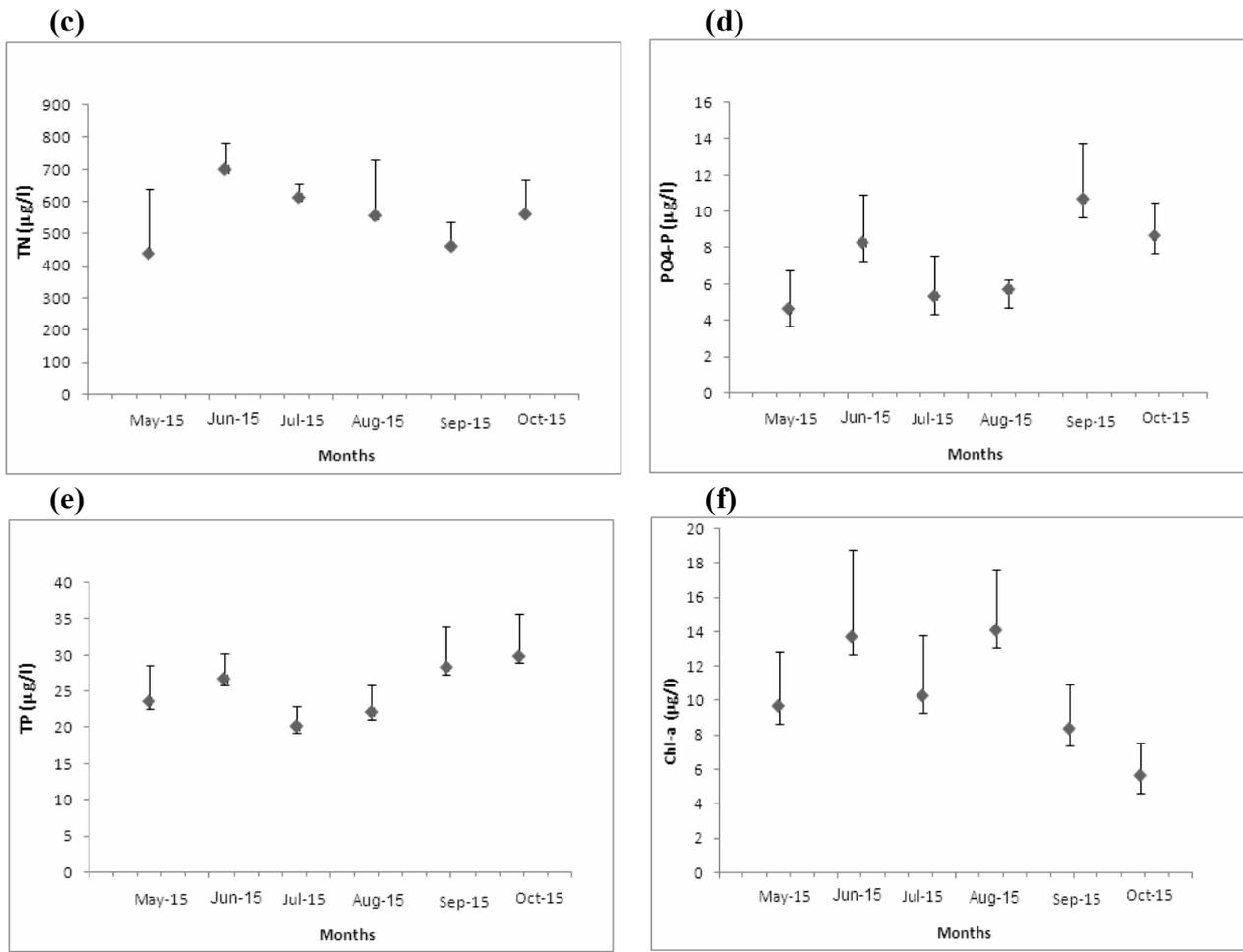
Giá trị  $\text{NO}_3\text{-N}$  có giá trị trung bình là 0.003 (mg/l), giá trị thấp nhất vào tháng 7 và tháng 8 cao nhất vào tháng 10.  $\text{NO}_3\text{-N}$  có mối tương quan thuận  $\text{NH}_4\text{-N}$  ( $r=0.177$ ), TN ( $r=0.028$ ), TP ( $r=0.214$ ) và tương quan nghịch với nhiệt độ ( $r=-0.447$ ) và Chl.a ( $r=-0.34$ ).

$\text{NH}_4\text{-N}$  có xu thế tăng dần từ mùa xuân sang mùa hè cùng với sự tăng dần của lượng mưa dẫn đến tăng dòng chảy bề mặt cùng với tăng lượng chất hữu cơ từ nông nghiệp và các nguồn khác (cao nhất vào tháng tám) và giảm dần vào mùa

thu (thấp nhất vào tháng 10), giá trị trung bình là 0.169 (mg/l).  $\text{NH}_4\text{-N}$  có tương quan thuận với  $\text{NO}_3\text{-N}$  ( $r=0.177$ ), TN ( $r=0.411$ ), Chl-a ( $r=0.231$ ) tương quan nghịch với EC ( $r=-0.194$ ).

Giá trị  $\text{PO}_4\text{-P}$  có giá trị cao nhất vào tháng 9 là 0.015mg/l và thấp nhất vào tháng 5 là 0.003 mg/l.  $\text{PO}_4\text{-P}$  có tương quan thuận EC ( $r=0.499$ ), TP ( $r=0.33$ ). Hàm lượng  $\text{PO}_4\text{-P}$  có sự biến động lớn theo mùa có xu thế tăng vào mùa hè và vai trò rất lớn trong sự phát triển của tảo trong nước.





Hình 3. Sự biến đổi hàng tháng của các thông số chất lượng nước ở hồ Okubo (Trung bình  $\pm$  độ biến thiên) a. Hàm lượng  $NO_3-N$ , b. Hàm lượng  $NH_4-N$ , c. TN, d.  $PO_4-P$ , e. TP, f. Chlorophyll-a

Với thông số TN và TP ta có: Hàm lượng TN có dao động từ 0.282mg/l đến 0.794mg/l (giá trị trung bình là 0.555mg/l cao hơn mức III (EQSs, 2003) nhưng vẫn đảm bảo cấp nước cho nông nghiệp. Các giá trị TN thấp thường tập trung nhiều trong mùa hè. TN có tương quan thuận đáng kể với Chl.a ( $r=0.452$ ), DO ( $r=0.325$ ).

Hàm lượng TP của hồ Okubo có giá trị trung bình là 0.026 nằm trong ngưỡng ở mức III (EQSs, 2003), có xu thế tăng trong mùa hè và giảm dần vào mùa xuân. Điều đó cho thấy nước hồ có hàm lượng dinh dưỡng trung bình vẫn đảm bảo cho mục đích cấp nước cho nông

nghiệp. TP có mối tương quan thuận nhỏ với TN ( $r=0.101$ ) và tương quan nghịch đáng kể với pH ( $r=-0.489$ ), DO ( $r=-0.485$ ), nhiệt độ ( $r=-0.475$ ), Chl.a ( $r=-0.062$ ). Điều này có thể cho thấy các nguồn thải chứa Nitơ và phốt pho chảy vào hồ tương đối độc lập.

Chl.a có sự biến động theo mùa lớn, tăng về mùa hè (khi nhiệt độ tăng và ngày dài hơn) và giảm về mùa thu (khi nhiệt độ giảm và ngày ngắn hơn). Chl.a có sự tương quan thuận với nhiệt độ ( $r=0.462$ ), pH ( $r=0.617$ ), DO ( $r=0.297$ ), TN ( $r=0.452$ ) tương quan nghịch với  $NO_3-N$  ( $r=-0.34$ ). Điều này cho thấy nhiệt độ, DO ảnh hưởng đến sự phát triển của tảo, thực vật phù du.

**Bảng 2. Thống kê mô tả các thông số chất lượng nước ở hồ Okubo**

Thông số	Số mẫu	Trung bình	Số trung vị	Độ lệch chuẩn	Độ biến thiên (%)	Min	Max
Nhiệt độ(°C)	25	23.8	24.0	2.4	9.9	19.2	27.9
pH	25	8.8	8.7	0.98	11.1	7.1	10.9
DO (mg/l)	25	9.2	8.5	2.7	29.4	5.78	14.02
EC (µS/cm)	25	174	171	14	8.1	148	199
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	25	0.003	0.002	0.001	37.5	0.001	0.005
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	25	0.169	0.167	0.028	16.3	0.113	0.240
TN (mg/l)	25	0.555	0.580	0.140	25.2	0.282	0.794
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	25	0.007	0.007	0.003	40.0	0.003	0.015
TP (mg/l)	25	0.026	0.025	0.006	21.8	0.017	0.038
Chl.a (mg/l)	25	10.5	10.53	4.2	40.1	4.61	17.71

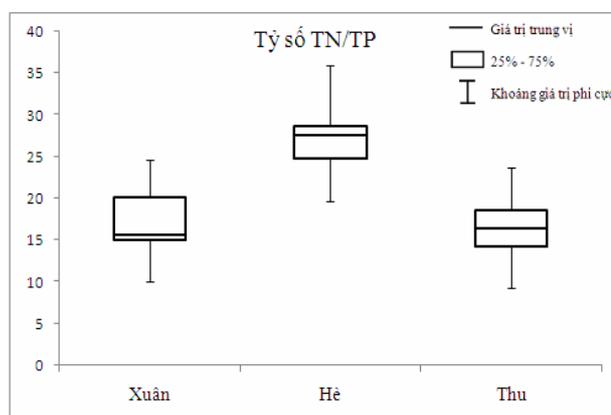
**Bảng 3. Ma trận tương quan giữa các thông số chất lượng nước**

Hệ số tương quan của Spearman (r)	Nhiệt độ	pH	DO	EC	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	TN	PO <sub>4</sub> -P	TP	Chl.a
Nhiệt độ	1.000									
pH	0.498	1.000								
DO	0.145	0.695	1.000							
EC	-0.133	-0.714	-0.754	1.000						
NO <sub>3</sub> -N	-0.447	-0.169	-0.122	0.184	1.000					
NH <sub>4</sub> -N	0.018	0.038	-0.001	-0.194	0.177	1.000				
TN	0.131	0.249	0.325	-0.416	0.028	0.411	1.000			
PO <sub>4</sub> -P	-0.083	-0.310	-0.324	0.499	-0.022	-0.054	-0.065	1.000		
TP	-0.475	-0.489	-0.485	0.365	0.214	0.045	0.049	0.330	1.000	
Chl.a	0.462	0.617	0.297	-0.509	-0.340	0.231	0.457	-0.215	-0.062	1.000

### 3.2. Đánh giá hiện tượng phú dưỡng trong hồ

*Tính toán chỉ số phú dưỡng TN/TP*

Phốt pho là chất dinh dưỡng giới hạn khi tỷ lệ TN/TP vượt quá 6, trong khi Nitơ là giới hạn dinh dưỡng khi tỷ lệ này là  $\leq 4.5$ . Với tỷ lệ TN/TP từ 4.5 đến 6 nghĩa là một trong hai nguyên tố hoặc Phốt pho hoặc Nitơ có thể là chất dinh dưỡng giới hạn hoặc cả hai (WHO, 2002). Chúng tôi đã xác định được tỷ lệ TN/TP ở hồ Okubo và yếu tố giới hạn dinh dưỡng giữa các mùa (Hình 4).



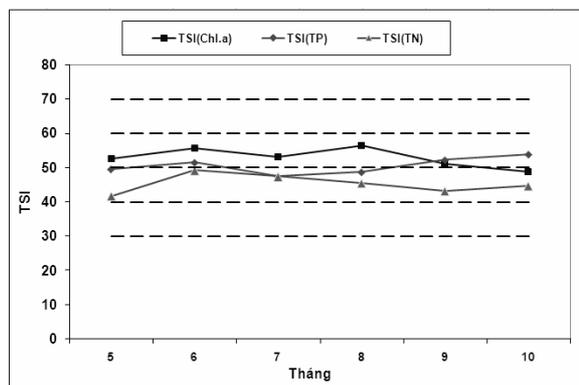
*Hình 4. Biểu đồ tỷ lệ TN/TP theo mùa ở hồ Okubo*

Phân tích phương sai (ANOVA) được thực hiện để xác định sự biến đổi theo mùa của tỷ lệ TN/TP. Kết quả của ANOVA TN/TP theo mùa được xác định có ý nghĩa (TN/TP (F=14.67, p=0.000).

Nhìn vào Hình 4 ta thấy tỷ lệ TN/TP các mùa ở hồ Okubo đều cao hơn 6. Điều đó chứng tỏ Phốt pho là chất dinh dưỡng giới hạn sự phát triển của tảo. Giá trị TN/TP cao nhất vào mùa hè là 27.7 và thấp nhất vào mùa xuân là 15.7. Điều này cho thấy lượng phốt pho giải phóng từ trầm tích và tải vào hồ từ các nguồn có lượng thấp.

*Tính toán chỉ tiêu phú dưỡng đối với nước hồ theo chỉ số trạng thái phú dưỡng*

Chỉ số TSI của hồ được tính toán là trị số TSI trung bình của các tháng và được biểu thị trên Hình 3. TSI(TP), TSI(TN), TSI(Chl.a) trung bình ở hồ Okubo là 50.5, 45.3, 52.8. TSI(TP), TSI(Chl.a) cho thấy hồ trạng thái phú dưỡng. TSI(TN) cho thấy hồ ở trạng thái dinh dưỡng trung bình.



Hình 5. Trạng thái phú dưỡng nước hồ Okubo theo chỉ số dinh dưỡng Carlson (Đường nét đứt chỉ ra các giá trị ngưỡng: nghèo dinh dưỡng (30), dinh dưỡng trung bình (40), phú dưỡng (50), phú dưỡng đến phì dưỡng (60), phì dưỡng (70))

Trong các chỉ số, TSI(Chl.a) là cao nhất. Qua đó ta thấy xu thế phát triển mạnh của tảo và thực vật thủy sinh trong hồ.

*Tính toán phú dưỡng nước hồ theo hàm lượng tổng P, Tổng Ni tơ và Chl.a.*

So sánh kết quả tính toán trung bình thời gian quan trắc hàm lượng TN, TP và Chl.a trong Bảng 4 ta thấy: Với hàm lượng TP, Chl.a thì trạng thái dinh dưỡng của hồ ở mức phú dưỡng.

**Bảng 4. Phân loại dinh dưỡng của hồ Okubo theo Hakanson và cs**

Thông số	Nghèo dinh dưỡng	Dinh dưỡng trung bình	Phú dưỡng	Phì dưỡng	Hồ Okubo
<b>Tổng phốt pho (mg/l)</b>	< 0.008	0.008 – 0.025	0.025 – 0.06	> 0.06	<b>0.026</b>
<b>Tổng ni tơ (mg/l)</b>	< 0.06	0.06 – 0.18	0.18 – 0.43	> 0.43	<b>0.555</b>
<b>Chl.a (µg/l)</b>	< 2	2 – 6	6 – 20	> 20	<b>10.5</b>

Tuy nhiên với hàm lượng TN là 0.555 mg/l ở trạng thái dinh dưỡng của hồ ở mức phì dưỡng. Điều này cho thấy sự khác biệt trong cách đánh giá dinh dưỡng ở cùng một tiêu chuẩn với các thông số khác nhau.

#### 4. KẾT LUẬN

Từ số liệu phân tích chất lượng nước, một vài kết luận được rút ra về sự phú dưỡng ở hồ Okubo như sau :

1- Thông qua đánh giá chất lượng nước chỉ ra rằng chất lượng nước hồ Okubo ở mức độ trung bình theo tiêu chuẩn EQSs. Trong khi thông số DO vẫn phù hợp với mọi mục đích sử

dụng thì thông số pH cho thấy nước mặt hồ đang bị kiềm hóa mạnh và thông số TN, TP phù hợp với mục đích cấp nước ở mức IV,V. Ta thấy các thông số chất lượng nước liên quan đến phú dưỡng TN, TP, Chl.a ở hồ có sự biến động theo mùa. Điều này cho thấy chất lượng nước ở hồ thay đổi theo mùa trong năm.

2- Các yếu tố của môi trường như nhiệt độ, pH, DO, EC và nguồn thải giàu N,P có vai trò quan trọng gây ra phú dưỡng hóa ở hồ Okubo.

3- Với việc đánh giá mức độ phú dưỡng thông qua các chỉ số TN/TP và chỉ số dinh dưỡng Carlson, ta thấy hiện tượng phú dưỡng

đang có xu thế phát triển ở hồ Okubo. Theo tiêu chuẩn của Hakanson và cs, với giá trị TP, Chl.a thì trạng thái dinh dưỡng trong hồ là phú dưỡng, nhưng xét theo hàm lượng TN thì mức độ dinh dưỡng là phi dưỡng. Vì vậy cần có những nghiên cứu làm rõ thêm mối liên hệ giữa các chất dinh dưỡng và sự phát triển của tảo và thực vật thủy sinh trong nước.

4- Nước hồ Okubo chỉ có thể sử dụng vào một số mục đích cần tiêu chuẩn nước thấp như cấp nước cho nông nghiệp vì vậy để cải thiện chất lượng nước ngoài việc kiểm soát các nguồn thải đặc biệt chứa nhiều phốt pho còn phải có chế độ giám sát chất lượng nước theo mùa để có thể cải thiện chất lượng nước hồ đảm bảo việc phát triển bền vững.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Blomqvist P, Pettersson A, Hyenstrand P. (1994). *Ammonium-nitrogen - A key regulatory factor causing dominance of non-nitrogen-fixing cyanobacteria in aquatic systems*. Archiv für Hydrobiologie 132, 141–164.
- Carlson RE. (1977). *A trophic state index for lakes*. Limnol Oceanogr 22, 361-369.
- Cronberg G, Annadotter H. (2006). *Manual on Aquatic Cyanobacteria: A Photo Guide and a Synopsis of their Toxicology*. Copenhagen: ISSHA and IOC of UNESCO.
- EQs. (2003). *Environment Quality Standards for Conversation of the living environment*. Ministry of the Environment, Japan.
- Lars Håkanson, Andreas C. Bryhn, Julia K. Hytteborn. (2007). *On the issue of limiting nutrient and predictions of cyanobacteria in aquatic systems*. Science of the Total Environment 379, 89-108.
- World Health Organization (WHO). (2002). *Eutrophication and health*. Office for Official Publications of the European.
- Zimba PV, Al Camusa, Elle H. Allenb, JoAnn M. Burkholder. (2006). *Co-occurrence of white shrimp, Litopenaeus vannamei, mortalities and microcystin toxin in a southeastern USA shrimp facility*. Aquaculture, 261 (3), 1048–1055.

### Abstract:

#### THE STUDY AND EVALUATION OF EUTROFICATION IN A SHALLOW LAKE IN JAPAN

*The eutrophication of water bodies occurs due to over-enrichment of nutrients, causing uncontrolled growth of algae, development of cyanobacteria, toxic algae and decreased dissolved oxygen concentration in the water due to decomposition of organic matters, increasing water treatment costs, making the water bodies gradually become shallower and shallower, affecting water supply. Understanding the characteristics of eutrophication developments in the water bodies is one of the scientific basis needed for proposing management solutions as well as water quality control. In that sense, this study provides some preliminary results of the study on investigation of the eutrophication through indicators such as Total Nitrogen/Total Phosphorus ratio (TN/TP), Trophic State Index (TSI) ... in Okubo pond of Kyushu Prefecture, Japan.*

**Keywords:** Eutrophication, Total Nitrogen (TN), Total Phosphorus (TP), Trophic State Index (TSI), the Okubo Pond.

---

BBT nhận bài: 05/4/2017

Phản biện xong: 13/6/2017