



Nghiên cứu và phát triển cảm biến HAI (Harmful Algal Indication) ở NB dễ dàng và nhanh chóng phát hiện thực vật phù du độc hại

1. Giới thiệu

JFE Advantech (JAC) đã nghiên cứu và phát triển thiết bị có thể phát hiện thực vật phù du độc hại, nguyên nhân gây ra thủy triều đỏ. JAC đã phát hiện ra tính chất đặc biệt của phổ huỳnh quang của thực vật phù du độc hại, nhờ vào “chỉ tiêu” mới được sáng tạo này JAC đã phát triển một thiết bị có thể phát hiện thực vật phù du độc hại một cách dễ dàng và nhanh chóng, và đã thành công trong việc phát hiện thực vật phù du độc hại ở các vùng biển thực tế. Báo cáo này trình bày bối cảnh nghiên cứu, nguyên lý và kết quả các thử nghiệm kiểm chứng tại hiện trường.

2. Bối cảnh nghiên cứu

Tại các khu vực ven biển, nơi ngành công nghiệp nuôi trồng thủy sản phát triển mạnh, thủy triều đỏ gây ra bởi thực vật phù du độc hại có thể gây ra thiệt hại nghiêm trọng cho ngư dân trong đó có thảm họa thủy sản chết hàng loạt.

Trong số các loài thực vật phù du độc hại, *Karenia mikimotoi* và *Chattonella marina / antiqua* (Hình 1) thường xuyên gây ra thiệt hại lớn cho ngành đánh bắt thủy sản trong những năm qua và ngư dân cần cần phải đặc biệt cảnh giác.

Vì lý do này, ở Nhật bản các Viện nghiên cứu và hợp tác xã ngư nghiệp ở mỗi vùng đang tiến hành giám sát liên tục, những nỗ lực khác nhau đang được thực hiện để phát hiện nhanh chóng các dấu hiệu của thủy triều đỏ. Như một phương pháp cổ điển truyền thống,

người ta thường kiểm tra mẫu thu thập được từ nước biển tại chỗ, nhưng điều này đòi hỏi rất nhiều lao động, thời gian và kỹ năng. Hơn nữa vì phải lấy xong mẫu rồi mới phân tích bằng kính hiển vi nên có vấn đề là không giám sát liên tục theo thời gian thực được.



Hình 1 Ví dụ điển hình về thực vật phù du độc hại *Karenia mikimotoi* và *Chattonella marina / antiqua*

Khắc phục vấn đề này luôn luôn là đề tài của các nhà nghiên cứu, mới đây JAC khám phá ra tính chất đặc biệt của phổ huỳnh quang của thực vật phù du độc hại *Karenia mikimotoi* và *Chattonella antiqua / marina*, và bằng cách lợi dụng tính chất đặc biệt mới được khám phá này, **FSI (Fluorescence Spectrum Shift Index)**, chỉ số thể hiện sự thay đổi của phổ huỳnh quang) JAC đã phát triển một cảm biến **HAI (Harmful Algal Indication)**, đang chờ cấp bằng sáng chế) có thể phát hiện loài thực vật phù du độc hại. Cảm biến HAI giúp phát hiện dễ dàng và nhanh

chống các loài thực vật phù du độc hại, cảnh báo sớm thủy triều đỏ, giảm thiệt hại cho ngành đánh bắt thủy sản.

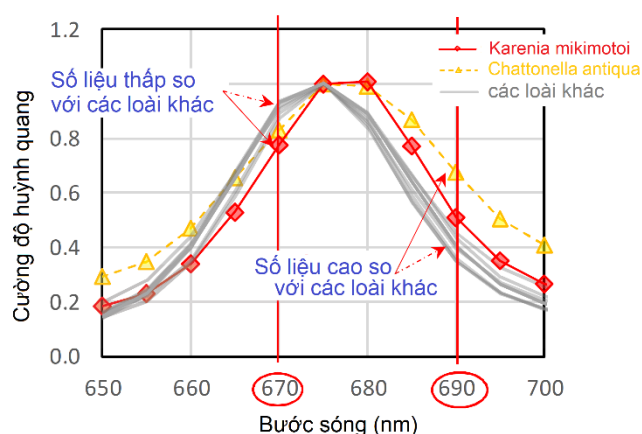
3. Nguyên lý và cấu trúc cảm biến

► Khám phá chỉ tiêu FSI

So với các loài khác, loài thực vật phù du độc hại *Karenia mikimotoi* và *Chattonella marina* / *antiqua*, khi được kích thích bởi ánh sáng có bước sóng 440 nm, có cường độ huỳnh quang tương đối thấp hơn. Đồng thời có thêm đặc điểm là cường độ trở nên cao ở bước sóng 690 nm (Hình 2).

Bằng cách lợi dụng đặc tính này, và với việc theo dõi chỉ số **FSI** (thể hiện sự thay đổi của phổ huỳnh quang), có thể phát hiện sự hiện diện của loài thực vật phù du độc hại trong nước biển.

$$FSI = \frac{\text{Fluorescence intensity at 690 nm}}{\text{Fluorescence intensity at 670 nm}}$$

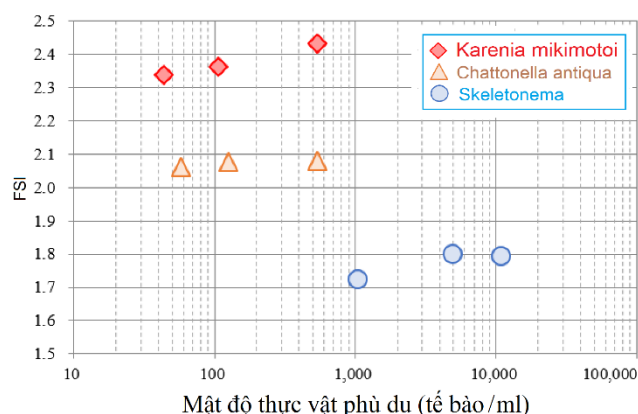


Hình 2 So sánh cường độ huỳnh quang các loài thực vật phù du

► Quá trình phát triển cảm biến HAI

Một thiết bị để đánh giá sự biến đổi (shift) của quang phổ huỳnh quang, cần phải đo bằng quang phổ kế có độ phân giải theo bước sóng, và phải có kích thước đủ để chứa được quang phổ kế, vì vậy trở thành một thiết bị cồng kềnh và đắt tiền. Bằng cách áp dụng chỉ tiêu FSI mới được khám phá, chỉ cần thiết đo cường độ huỳnh quang ở hai dải bước sóng (670 nm và 690 nm) là chúng ta đã thành công trong việc giảm kích thước và giá thành của thiết bị.

Bước kế tiếp là kiểm chứng xác nhận hiệu suất phát hiện bằng cách sử dụng thực vật phù du được nuôi cấy. Kết quả kiểm chứng đã chứng tỏ chỉ số FSI của *Karenia mikimotoi* và *Chattonella antiqua* / *marina* cao hơn chỉ số FSI của các loài khác, trong các tình huống mật độ khác nhau, và cả hai đều có thể được phát hiện ngay cả ở mật độ ít hơn 100 tế bào / ml (Hình 3).



Hình 3 Tương quan giữa mật độ thực vật phù du với chỉ số FSI (Fluorescence Spectrum Shift Index)

4. Tính năng và Đặc trưng



Hình 4 Ngoại hình cảm biến HAI (tích hợp với cảm biến đo độ sâu) và bộ hiển thị

Hình 4 là ngoại hình cảm biến HAI và bộ hiển thị, bảng 1 là thông số kỹ thuật các cảm biến. Cảm biến HAI có các tính năng và đặc trưng:

- ▶ Có thể phát hiện sự hiện diện các loài thực vật phù du độc hại, trong khi máy đo diệp lục thông thường không thể xác định, bằng chỉ số sáng tạo đặc biệt mới (FSI).
- ▶ Tích hợp với cảm biến đo độ sâu, có thể phát hiện các mặt cắt phát sinh loài thực vật phù du độc hại bằng cách đo liên tục dọc theo chiều sâu.
- ▶ Quan trắc đồng thời nhiệt độ nước và chất diệp lục dọc theo chiều sâu.
- ▶ Là một cảm biến được trang bị cần gạt cơ học định kì làm sạch bề mặt đầu đo, không bị ảnh hưởng bởi lượng hà bám vào mà không cần đến các hóa chất hay bảo dưỡng thường xuyên, nên có thể lắp đặt và sử dụng thời gian dài như một cảm biến ứng dụng cho hệ thống giám sát liên tục theo thời gian thực và cảnh báo sớm từ xa.

Bảng 1 Thông số kỹ thuật các cảm biến

Tham số	Độ sâu	Nhiệt độ	Diệp lục	FSI
Phương pháp	Áp lực bán dẫn	Nhiệt điện trở	Huỳnh quang kế	Chỉ tiêu FSI
Dải đo	0 tới 0.5 MPa (0 tới 50m)	-3 tới 45 °C	0 tới 400 ppb (tham chiếu Uranin)	—
Độ chính xác	±0.1 %FS	±0.02 °C	± 1 %FS	±0.05
Mức độ chịu sâu	Tương đương độ sâu 50 m			
Kích thước	φ70 mm × 176 mm (không bao gồm cáp)			
Trọng lượng	Khoảng 0,8 kg trong không khí (không bao gồm cáp) Khoảng 0,4 kg trong nước (không bao gồm cáp)			
Độ dài cáp	30m (tối đa 50 m)			

5. Kiểm chứng

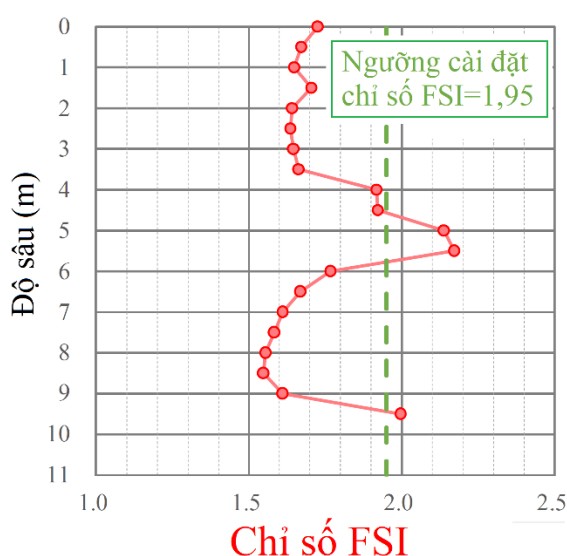
Kiểm chứng 1 :

► Thực hiện một cuộc quan trắc đo theo mặt cắt dọc theo chiều sâu tại hiện trường vùng biển có phát sinh thực vật phù du độc hại *Karenia mikimotoi*.

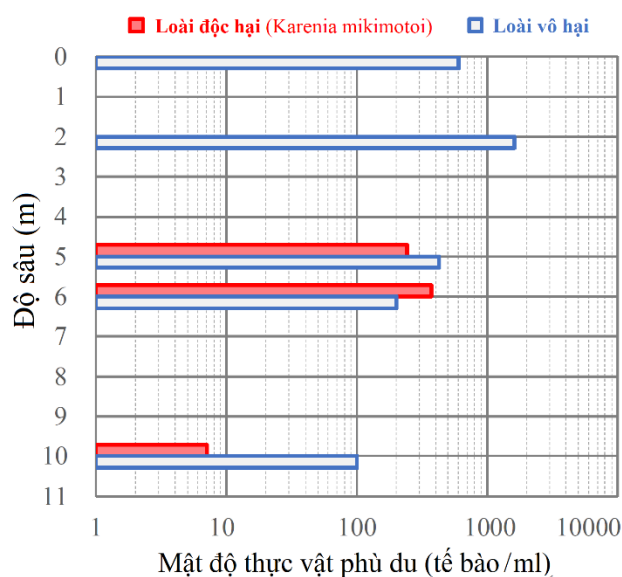
Hình 5 là kết quả các lớp phát hiện sự hiện diện của thực vật phù du độc hại với ngưỡng cài đặt FSI = 1,95 (khuyến nghị là từ 1,9 đến 2,0). Kết quả cho thấy chỉ số FSI vượt quá ngưỡng cài đặt trong các lớp sâu 5, 5,5 và 9,5 m.

Đồng thời thực hiện việc lấy mẫu ở các lớp sâu, và dùng kính hiển vi quang học để phân tích thành phần các loài, sự hiện diện của *Karenia mikimotoi* đã được xác nhận từ kết quả phân tích thành phần loài ở cùng độ sâu (Hình 6).

Kết quả kiểm chứng cho thấy cảm biến HAI đã có thể phát hiện sự xuất hiện của *Karenia mikimotoi*. Mặt khác, ngay cả khi các loài thực vật phù du khác hiện diện ở mật độ khoảng 1.000 tế bào / ml, khi duy trì ngưỡng cài đặt FSI ở mức thấp dưới 1,95, có thể khẳng định rằng chỉ số FSI thay đổi tùy thuộc vào trạng thái có sự hiện diện hay không của các loài thực vật phù du độc hại trong vùng biển thực tế.



Hình 5 Kết quả phát hiện sự hiện diện của thực vật phù du độc hại với ngưỡng cài đặt FSI = 1,95



Hình 6 Kết quả phân tích thành phần loài ở cùng độ sâu (dùng kính hiển vi quang học)

Kiểm chứng 2 :

► Hệ thống trang bị thông tin vô tuyến, giám sát liên tục chỉ số FSI theo thời gian thực từ xa.

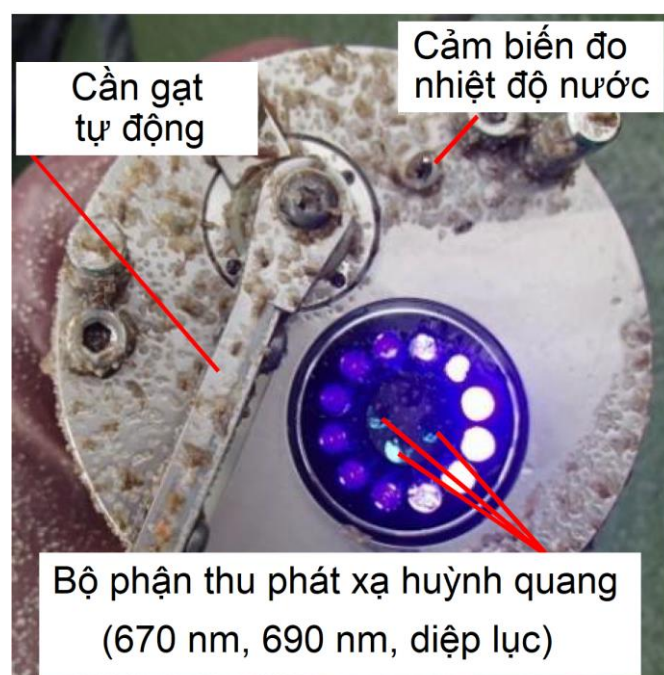
Vì thực vật phù du phát triển nhanh theo đường cong lôgarit, nên điều quan trọng của việc theo dõi là phải phát hiện giai đoạn đầu trong quá trình phát triển thủy triều đỏ, vì vậy cần phải quan sát với tần suất từ 30 phút đến vài giờ.

Để kiểm chứng hiệu quả của cảm biến HAI, thiết lập một hệ thống giám sát liên tục có thể neo trong thời gian dài, với cảm biến HAI được trang bị cần gạt cơ học định kì làm sạch bề mặt đầu đo không bị ảnh hưởng bởi lượng hà bám vào (Hình 7) và kết nối đầu ra cảm biến với một hệ thống trang bị thông tin vô tuyến, giám sát liên tục theo thời gian thực từ xa. Cảm biến HAI được đặt ở tầng giữa và tầng sát đáy, chế độ đo liên tục 15 phút 1 lần (Hình 8, Hình 9).

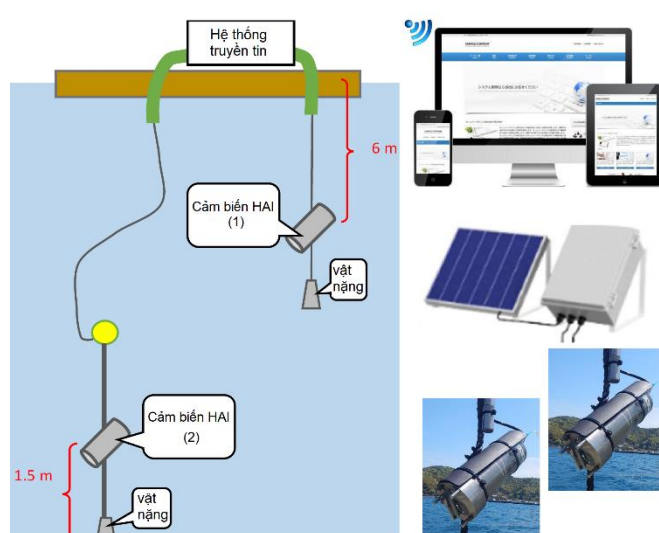
Kết quả lấy mẫu nước kiểm tra, phân tích bằng kính hiển vi, đã tìm thấy *Karenia mikimotoi* mật độ 27 tế bào / ml trong mẫu nước ở độ sâu 6 m, ngày 9/8, khi

đó chỉ số FSI của cảm biến HAI ở lớp giữa, tại cùng thời điểm vượt trên ngưỡng cài đặt ($=1.95$) (Hình 10). Ngoài ra, khi chỉ số FSI ở dưới ngưỡng cài đặt, kết quả lấy mẫu nước kiểm tra, phân tích bằng kính hiển vi đã không tìm ra sự hiện diện của *Karenia mikimotoi*.

Kết quả kiểm chứng đã xác nhận rằng *Karenia mikimotoi* có thể được phát hiện từ khi mật độ thấp bằng cách theo dõi liên tục tự động, cho thấy hiệu quả của việc giám sát liên tục bằng cảm biến HAI. Sau các thực nghiệm kiểm chứng với hiệu quả tốt, đã có nhiều báo cáo với khuyến nghị sử dụng cảm biến HAI ở khu vực Kyushu, một khu vực ngành đánh bắt thủy sản thịnh hành, để phát hiện sớm và xác định thời điểm chấm dứt tình trạng xảy ra thủy triều đỏ.



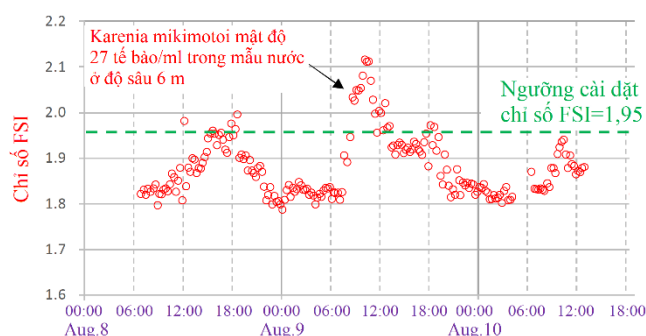
Hình 7 Bề mặt cảm biến HAI (loại có cần gạt tự động)



Hình 8 Sơ đồ cài đặt hệ thống truyền tin giám sát liên tục số liệu 2 cảm biến HAI



Hình 9 Hiện trường lắp đặt hệ thống truyền tin giám sát liên tục số liệu 2 cảm biến HAI



Hình 10 Kết quả lấy mẫu nước kiểm tra, phân tích bằng kính hiển vi, đã tìm thấy *Karenia mikimotoi* mật độ 27 tế bào (cells) / ml trong mẫu nước ở độ sâu 6 m ngày 9/8, khi đó chỉ số FSI của cảm biến HAI ở lớp giữa, tại cùng thời điểm vượt trên ngưỡng cài đặt ($=1.95$)

6. Kết luận

Trong biển cả bao la rộng lớn, để phát hiện loài thực vật phù du độc hại ngay từ khi mới xuất hiện với mật độ thấp, ở từng mặt cắt dọc theo chiều sâu, là một việc làm rất tốn công sức.

Với cảm biến HAI có thể nhanh chóng dễ dàng phát hiện sự hiện diện của các loài thực vật phù du độc hại ở từng độ sâu. Đây là một cảm biến quang học mới được nghiên cứu và phát triển, với phương pháp sử dụng chỉ tiêu FSI sáng tạo đặc biệt (được tính từ cường độ huỳnh quang của hai bước sóng), cảm biến HAI cùng với bộ hiển thị nhỏ gọn nhẹ, thân thiện và rất dễ dàng sử dụng. Ngoài khả năng phát hiện thực vật phù du độc hại, còn được trang bị thêm các cảm biến để đo đồng thời độ sâu, nhiệt độ nước và chất diệp lục.

Mặt khác, với sự phát triển của Công nghệ Thông tin và Truyền thông (CNTT-TT, ICT: Information and Communication Technology), trong lĩnh vực bảo trì, các ứng dụng ICT đang được nghiên cứu nhằm nâng cao hiệu quả kinh doanh.

Cảm biến HAI được trang bị cần gạt cơ học định kì làm sạch bề mặt đầu đo, không bị ảnh hưởng bởi lượng hà bám vào, không cần đến các hóa chất hay bảo dưỡng thường xuyên, nâng cao hiệu quả hoạt động bảo trì thiết bị, nên có thể lắp đặt và sử dụng thời gian dài như một cảm biến ứng dụng cho hệ thống trang bị thông tin vô tuyến, giám sát liên tục theo thời gian thực và cảnh báo sớm từ xa. Nếu lắp đặt hệ thống giám sát và cảnh báo sớm từ xa trong cơ sở nuôi trồng thủy sản cũng như thủy vực tự nhiên (hồ chứa, sông ngòi và biển) có thể giám sát 7/7 24/24, đáp ứng yêu cầu hiện đại hóa thời ICT.

Một ứng dụng khác sẽ góp phần giảm bớt gánh nặng cho các nhà quản lý trong mùa thủy triều đỏ, bằng cách lắp đặt cảm biến HAI tại cửa lấy nước biển để nuôi trồng thủy sản trên cạn và phát ra báo động khi

phát hiện thực vật phù du độc hại.

Hy vọng cảm biến HAI sẽ đóng vai trò tích cực tiếp tục phát triển và kết hợp các công nghệ mới nhất để đáp ứng nhu cầu sử dụng ICT dự kiến sẽ ngày càng gia tăng trong tương lai, đóng góp vào việc nâng cao hiệu quả kinh tế của các doanh nghiệp đáp ứng xu hướng công nghệ 4.0 trong tự động hóa sản xuất chế tạo./.
