

EFFECTS OF IRON-MATERIALS AND N FERTILIZER ON ENVIRONMENT TO REDUCE METHANE EMISSION AND AMMONIA VOLATILIZATION WITH INCREASE OF RICE GROWTH IN TROPICAL PADDY SOILS

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC NGUYÊN LIỆU CHỨA SẮT VÀ PHÂN N ĐẾN MÔI TRƯỜNG ĐỂ GIẢM PHÁT THẢI KHÍ MÊ-TAN VÀ BAY HƠI AMONIAC TRONG TÌNH TRẠNG GIA TĂNG TRỒNG LÚA Ở VÙNG ĐẤT NHIỆT ĐỚI

Kazuyuki INUBUSHI¹ and Takeshi WATANABE²
Người dịch: Nguyễn Văn Linh, Phạm Sỹ Tân

Key words: ammonium volatilization, CH₄, straw management, mitigation, water management, microbes

Rice soils account for a large fraction of wetland ecosystems and provide a staple food to a large portion of the world's population, especially in Asia. The dynamics of C and N in submerged rice soil is different from that of aerobic soil because submerged rice soils are maintained at lower redox potentials. In submerged rice soils, decomposed C is not only mineralized to CO₂, but also fermented to CH₄, which has a potential for thermal absorption which is about 30 times higher than that of CO₂

Đất lúa chiếm phần lớn các hệ sinh thái đất ngập nước và cung cấp thực phẩm chủ yếu cho đa phần dân số thế giới, đặc biệt là ở châu Á. Tính năng động của C và N trong đất lúa ngập nước khác với tính năng động ở đất thoáng khí vì đất lúa ngập nước duy trì điện thế oxy hóa khử ở mức thấp hơn. Trong đất lúa ngập nước, quá trình phân hủy C không chỉ khoáng hóa thành CO₂, mà còn chuyển hóa thành dạng CH₄ qua quá trình sinh học trong đó tiềm năng hấp thụ nhiệt khoảng 30 lần lớn hơn so với CO₂ tính theo trọng lượng. Hệ sinh thái

¹Chiba University, Matsudo, Chiba, JAPAN

²JIRCAS, Tsukuba, JAPAN (currently in ICRISAT, India)

in weight basis. Rice soil ecosystem is basically human-made for over many years, so that mitigation options could be easier to compare with natural wetland. However long-term effects of mitigation options on soil fertility, ecosystem services and trade-off effect with other GHGs such as N_2O and CO_2 , heavy metals, aquatic weeds and rice quality, should be evaluation carefully.

To mitigate CH_4 emission from paddy fields without reducing rice production, possible options are as below;

1. Reduce CH_4 production in soil-rice system; substrate control (Soil organic matter, straw management, aerobic decomposition before submergence, manure application etc.)
2. Control redox potential (water management such as mid-season drainage, installing underground draining pipes alternate wetting and drying, iron/manganese amendements, aerobic rice etc.)

đất lúa cơ bản là do con người tạo ra trong nhiều năm qua, do đó những giải pháp để giảm thiểu phát thải có thể dễ dàng hơn so với đất ngập tự nhiên. Tuy nhiên, về lâu dài các giải pháp giảm thiểu phát thải ảnh hưởng tới độ màu mỡ của đất, các dịch vụ hệ sinh thái và hiệu quả trao đổi bù trừ với các khí nhà kính khác như N_2O và CO_2 , kim loại nặng, cỏ dại thủy sinh và chất lượng lúa gạo nên được đánh giá cẩn thận.

Để giảm sự phát thải CH_4 từ các ruộng lúa mà không làm giảm sản lượng lúa gạo, các giải pháp có thể được lựa chọn như sau;

1. Giảm lượng CH_4 phát sinh trong hệ thống đất lúa, kiểm soát chất nền (chất hữu cơ trong đất, quản lý rơm rạ, sự phân hủy hiếu khí trước khi cho ngập nước và bón phân chuồng...).
2. Kiểm soát điện thế oxy hóa khử (quản lý nước như thoát nước giữa vụ, lắp đặt ống ngầm thoát nước, luân phiên ngập khô xen kẽ, hiệu chỉnh tỷ lệ sắt/mangan, trồng lúa trên đất thoáng khí...).

3. Increase oxidation (oxygen transport in rice, microbes, minimum tillage etc.)

1. Field experiments for the mitigating CH₄ emissions from Japanese paddy fields demonstrated promising options that can mitigate the emissions significantly (10% to >50%), compared with each corresponding control treatment, without trade-off for production or N₂O emissions. Those options include composting rice straw, improving mid-season drainage practices, rice transplanting without puddling, and installing underground draining pipes. The effects of water and organic management were confirmed in the paddy fields in China, Indonesia, and Thailand.

2. Paddy field can be used sustainably for more than thousand years (Kyuma, 2004). However, degraded paddy soil lost iron-oxide by leaching to be strongly reduced conditions during cropping season, resulting yield declining and more

3. Tăng quá trình oxy hóa (vận chuyển oxy trong cây lúa, sử dụng vi khuẩn, làm đất tối thiểu...).

1. Thí nghiệm về sự giảm thải CH₄ từ các ruộng lúa ở Nhật đã cho thấy những giải pháp hứa hẹn có thể giảm thiểu lượng khí thải đáng kể (10% đến > 50%), so với các giải pháp tương ứng mà không phải trao đổi bù trừ với sản lượng hoặc phát thải N₂O. Những giải pháp này bao gồm ủ rơm rạ, cải thiện hệ thống thoát nước giữa vụ, cấy lúa không đánh bùn, và đặt các đường ống ngầm thoát nước. Ảnh hưởng của quản lý nước và chất hữu cơ đã được khẳng định trong các ruộng lúa ở Trung Quốc, Indonesia và Thái Lan.

2. Các ruộng lúa có thể được sử dụng bền vững hàng nghìn năm (Kyuma, 2004). Tuy nhiên, đất lúa thoái hóa bị mất sắt oxyt do rửa trôi có thể giảm mạnh các điều kiện canh tác dẫn tới kết quả làm giảm năng suất và sản sinh nhiều khí methane (CH₄), một

methane (CH₄), a strong greenhouse gas, produced. Iron oxide-rich materials, such as steel-making slag or mountain soil, have been used, but iron-materials contain also silica to ameliorate yield decline. We have evaluated CH₄ production potentials of 23 South-east Asian and 10 Japanese paddy soils by anaerobic incubation, which were positively correlated with hexose contents, but negatively with free Fe and total Fe contents (Inubushi *et al.*, 1990; 2010). We examined correlations between chemical properties and greenhouse gas productions in paddy soil as well as methane emission, ammonia volatilization and rice production in paddy fields amended with iron materials in Vietnam and South-east Asia.

Paddy soils were taken from plowed layer of 23 plots in various types of paddy soils, including sandy loam to clay soils, collected from South-east Asian countries (Indonesia, Philippines, Thailand and Vietnam (Inubushi *et al.*, 2010), and

loại khí nhà kính mạnh. Những nguyên liệu giàu oxyt sắt, chẳng hạn như xỉ thép hoặc đất đồi, đã được sử dụng, và các nguyên liệu chứa sắt cũng chứa silic để cải thiện tình trạng suy giảm năng suất. Chúng tôi đã đánh giá tiềm năng sản sinh khí CH₄ trên 23 ruộng lúa ở Đông Nam Á và 10 ruộng lúa ở Nhật bằng phương pháp ủ kỵ khí, có tương quan mật thiết với các lượng hexose, nhưng tương quan nghịch với sắt tự do và sắt tổng số. Inubushi *et al.*, (1990, 2010) đã kiểm tra mối tương quan giữa hóa tính và sự sản sinh khí nhà kính trong đất lúa cũng như sự phát thải khí mê-tan, sự bay hơi amoniac với việc sản xuất lúa ở các ruộng lúa đã được hiệu chỉnh bằng các nguyên liệu chứa sắt tại Việt Nam và Đông Nam Á.

Mẫu đất được lấy từ lớp đất cày của 23 lô trong các loại đất lúa, bao gồm đất cát pha tới đất sét, được thu thập từ các quốc gia Đông Nam Á (Indonesia, Philippines, Thái Lan và Việt Nam (Inubushi *et al.*, 2010), và được phơi trong nhà để xác định hóa

air-dried to measure chemical properties and methane production potentials by incubation method and correlated with soil chemical properties such as available Fe and organic matter contents in soil. Pot and field experiments were conducted to measure methane emission to the atmosphere by closed chamber method and rice production in paddy fields amended with iron materials in South-east Asia. Ammonia volatilization was measured by the method of Hayashi *et al.* It was found that there were significant negative correlation between methane production potentials and soil available Fe, and positive correlation between methane production potentials and soil organic matter contents among soils examined.

3. Measurement of ammonia volatilization from flooded paddy fields in Vietnam.

Nitrogen (N) loss through ammonia volatilization from paddy fields at three sites in Vietnam was measured using the dynamic chamber method. Two sites were located in northern Vietnam and

tính và tiềm năng sản sinh khí metan bằng phương pháp ủ và so sánh tương quan với hóa tính đất như hàm lượng sắt (Fe) di động và hàm lượng hữu cơ trong đất. Các thí nghiệm trong chậu và ngoài đồng được tiến hành để đo lượng phát thải khí methane vào khí quyển bằng phương pháp buồng đóng kín và trên ruộng sản xuất lúa trong vùng Đông Nam Á, ruộng lúa được hiệu chỉnh bằng các nguyên liệu sắt. Sự bay hơi amoniac được đo bằng phương pháp của Hayashi *et al.* Người ta thấy rằng có mối tương quan nghịch có ý nghĩa thống kê giữa tiềm năng sản xuất khí mê-tan và sắt (Fe) di động trong đất và tương quan thuận giữa tiềm năng sản xuất khí methane và hàm lượng chất hữu cơ trong đất trong số các loại đất tham gia xem xét.

3. Đo sự bay hơi khí amoniac từ các ruộng lúa nước ở Việt Nam.

Lượng nitơ (N) mất đi qua sự bay hơi amoniac từ các ruộng lúa ở ba địa điểm tại Việt Nam được đo bằng cách sử dụng phương pháp buồng cơ động. Sự bay hơi được đo vào mùa hè và mùa xuân cho hai

volatilization was measured in the summer and spring. The third site was in the Mekong Delta region in southern Vietnam and volatilization was measured in the dry and wet seasons. Urea was applied at 20–40 kg N ha⁻¹ as a split application and a total of 80–100 kg N ha⁻¹ was applied in the cropping season. Peaks in the NH₃ flux were observed at 1 or 3 days after the application of urea, followed by a sharp decline to generally less than 1 mg N m⁻² h⁻¹ within 9 days. The estimated N losses by NH₃ volatilization during the first 10-day period after fertilizer application and throughout the cropping period were 0.5–19.7% and 1.7–14.6% of the applied N, respectively, indicating that NH₃ volatilization was a significant pathway of N loss from these Vietnamese paddy fields.

địa điểm ở miền Bắc. Địa điểm thứ ba trong khu vực Đồng bằng sông Cửu Long được đo trong mùa khô và mùa mưa. Urê được bón với lượng 20-40 kg N/ha mỗi lần bằng phương pháp chia làm nhiều lần bón để đạt tổng lượng 80-100 kg N/ha/vụ. Cao điểm của sự giải phóng NH₃ đã quan sát được ở 1 hoặc 3 ngày sau khi bón urê, tiếp theo là sự sụt giảm mạnh tới lượng bình thường, ít hơn 1mg N/m²/giờ trong vòng 9 ngày. Ước tính sự mất đạm qua sự bay hơi NH₃ trong thời gian 10 ngày đầu sau khi bón phân trong suốt vụ luân phiên từ 0,5 tới 19,7% và 1,7 tới 14,6% lượng N bón xuống ruộng. Điều này chứng tỏ rằng sự mất đạm ở các ruộng lúa ở Việt Nam phần lớn qua con đường bay hơi khí NH₃.

REFERENCES

- Takeshi WATANABE, Tran T. SON, Ngo N. HUNG, Nguyen VAN TRUONG, Tran Q. GIAU, Kentaro HAYASHI and Osamu ITO, Measurement of ammonia volatilization from flooded paddy fields in Vietnam, *Soil Science and Plant Nutrition* (2009) doi: 10.1111/j.1747-0765.2009.00419.