

2D1) 주요온실가스 배출량 측정 및 지표상태 변화에 따른 특성연구: 경작지 N₂O 배출량 측정과 토양인자에 따른 변화특성

Measurements of Arable Soil N₂O Emission and Their Characteristics on Soil Parameter Variability

김득수·나운성

군산대학교 환경공학과 대기환경연구실

1. 서론

온실기체는 지구대기의 적정 기온을 유지시켜주는 중요한 기체이다. 그러나 현대 인간 활동으로 인한 온실기체의 증가로 지구 온난화에 많은 영향을 미치고 있다. 이에 온실기체의 배출량에 대한 연구가 진행되고 있으나 배출에 대한 연구는 인위적 배출원에 대한 연구에 집중이 되어 있으며, 자연적 배출원에 대한 배출량에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

지구상 대표적인 온실기체 중 하나인 N₂O는 지구 온난화에 기여하는 비율이 약 5~6% 정도이지만, 온실효과의 잠재력은 CO₂에 비해 약 320배 정도이다. 대기내의 N₂O의 증가는 산업활동에 의한 인위적 배출원보다는 주로 농업활동에 따른 배출원인 농작물 경작지에 기인한다. 농경지 N₂O 배출특성은 토양의 온도와 수분량에 따라 배출량의 변화가 있는 것으로 보고되고 있으며, 이에 밭 토양에서의 N₂O 배출량 산정과 토양의 온도와 수분량에 따른 상관성을 조사하기위해 군산 지역 내의 경작지를 선정하여 배출량 산정과 그에 따른 상관성 연구를 수행하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 군산시 옥산면 당분리(35°56'23"N, 126°43'14"E)에 위치한 경작지를 선정하여 밭 토양에서의 배출량을 측정하였다. 측정지점은 20여 년 동안 경작을 하고 있는 밭으로서 측정기간 동안 배추를 재배하고 있었으며, 토양상태는 1년에 2회 정도 비료와 함께 퇴비를 사용하여 토양시료 분석결과 pH가 5.4로 토양의 산성화가 진행되고 있는 지역으로 추정된다. 측정기간은 2009년 10월과 11월 오전 10시부터 오후 6시까지 총 8시간을 측정하였다. 측정기간 동안 토양에서 발생하는 온실기체 배출량은 그림 1과 같이 제작된 폐쇄형 챔버법 (closed chamber)를 이용하여 측정하였다. 시료 채취는 챔버 설치 후 30분 동안 15분 간격으로 3회를 수행하였으며 배출량의 정확성을 위해 이웃한 2지점에 챔버를 설치하여 측정을 실시하였다. 채취한 시료는 G.C(gas chromatography)를 이용하여 농도 분석을 하였고, 식 (1)을 이용하여 N₂O 배출량을 산정하였다. 또한, 토양의 WFPS(water filled pore space)와 온도와의 상관성에 대한 분석을 조사하였다.

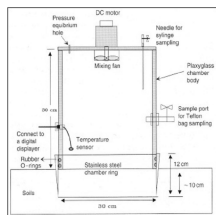


Fig. 1. Schematic of closed chamber(김득수와 오진만, 2004).

$$\text{Flux} = \rho \cdot [V/A] \cdot [\Delta C/\Delta t] \cdot [273/(T+273)] \quad - (1)$$

F : flux (mg m⁻²hr⁻¹)

ρ : density of gas (mg m⁻³)

V : volume of the chamber (m³)

A : the bottom area of the chamber (m²)

ΔC/Δt : the average changing rate of concentration with time (ppmV hr⁻¹)

T : average temperature in the chamber (°C)

3. 결과 및 고찰

표 1은 측정일 동안의 기상요소와 밭토양의 물리적 특성(토양의 온도와 WFPS), N₂O 배출량을 산정하여 나타낸 것이다. 연구기간동안 N₂O의 배출량은 최대 1.14 mg/m²이고, 최소 0.08 mg/m²으로 큰 편차

를 보였으며, 평균 $0.37 \pm 0.35 \text{ mg/m}^2$ 으로 산출되었다. 그림 2와 같이 토양 온도와 배출량에 대한 상관관계에서는 온도와 배출량에 대한 상관성은 $R^2=0.1781$ 로 낮은 값을 나타냈지만 토양의 온도가 증가함에 따라 배출량이 증가되는 경향을 보였다. 측정기간 동안 토양의 온도는 $12.0 \sim 18.6^\circ\text{C}$ 의 범위를 보였으며, 평균 토양온도가 상대적으로 높았던 10월(17.5°C)이 11월(15.1°C)의 경우보다 높은 배출량을 보였다. 토양 수분과 배출량의 관계는 그림 3과 같이 WFPS를 이용하여 상관성을 조사하였고, 측정기간 동안 토양 내 WFPS의 범위는 $40.3 \sim 58.7\%$ 의 변화를 보였으며, $R^2=0.1363$ 으로 매우 낮은 것으로 뚜렷한 상관성은 보이지 않았으나, 월별 배출량의 변동경향은 WFPS가 상대적으로 낮았던 10월의 경우 배출량이 높게 나타났다. 이는 WFPS와 토양 온도에 의한 영향이 복합적으로 나타났기 때문이라고 사료된다.

연구기간동안 N_2O 의 배출량 변화는 토양의 주요조절인자(WFPS, 토양온도)와 상관성이 높을 것이라는 예상과는 달리 비교적 낮은 상관성을 보였다. 이는 비교적 짧은 측정 기간과 측정 2~3일 전후의 강수 등의 기상변화의 영향을 받았던 것으로 사료된다. 추후 여름철을 포함한 배출량 조사와 함께 토양인자들과의 상관성 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것이다.

Table 1. Daily average N_2O Flux and soil parameters(WFPS, temperature).

Date	기상	WFPS (%)	Temperature($^\circ\text{C}$)			Moisture(%)	Flux($\text{mg/m}^2 \cdot \text{hr}$) (mg/kg)
			Chamber	Soil	Air		
10/06	박무	59.3	29.0	18.6	28.4	30.7	1.1435
10/07	맑음	47.4	28.5	18.4	28.2	32.5	0.3221
10/08	맑음	40.3	27.0	17.5	25.5	31.0	0.7029
10/09	안개	41.7	27.1	17.4	27.0	26.3	0.0821
10/15	안개	40.0	25.8	15.6	25.5	38.9	0.1001
11/04	맑음	48.1	20.4	18.6	20.7	25.9	0.1964
11/09	박무	58.7	24.4	15.9	23.6	44.8	0.3652
11/11	맑음	50.2	18.7	13.9	16.8	39.0	0.1522
11/12	맑음	58.6	17.2	12.0	15.1	33.4	0.2262
Average		49.4	24.2	16.9	23.4	33.6	0.3656
STD		7.95	4.39	4.87	4.87	6.26	0.3473

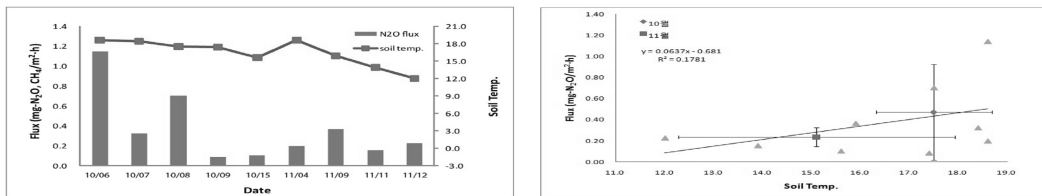


Fig. 2. Relationship between N_2O Flux and Soil temperature.

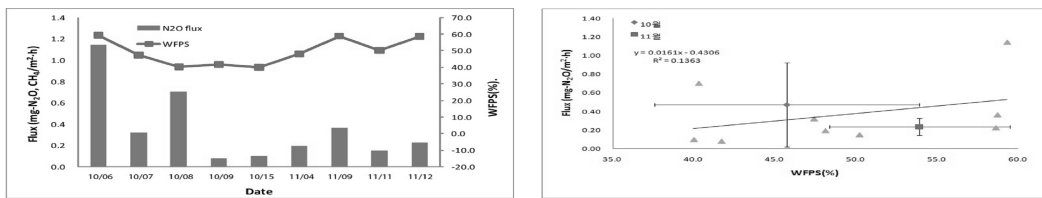


Fig. 3. Relationship between N_2O Flux and WFPS(%).

사 사

이 연구는 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (2009-0072936).

참 고 문 헌

- 김득수, 오진만 (2004) Closed chamber를 이용한 토양 N_2O 배출량과 주요 토양 인자들과의 상관성, 한국대기환경학회지, 20(6), 749-758.
- 김건엽, 박상일, 송범현, 신용광 (2002) 논에서 물과 양분관리에 따른 CH_4 , N_2O 배출특성, 한국환경농학회지, 21(2) 136-143.