

에디공분산을 이용한 논에서의 메탄플럭스와 농도 관측

윤주열^{1*}, 강남구², 심교문³, 김준^{1, 4}

¹서울대학교 조경지역시스템공학부 복잡계과학연구실, ²한국표준과학연구원 대기환경표준센터 삶의질측정본부, ³농촌진흥청 국립농업과학원 농업환경부 기후변화생태과, ⁴국가농림기상센터

Measurement of Methane Flux and Concentration by Eddy Covariance

J. Yun^{1*}, N. Kang², K. Shim³, and J. Kim^{1, 4}

¹Complex Systems Science Lab., Department of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering, Seoul National University, ²National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, ³Metrology of Quality of Life, Korea Research Institute of Standards and Science, ⁴National Center for AgMeteorology

(Correspondence: joon@snu.ac.kr)

1. 서 론

메탄은 이산화탄소와 더불어 기후변화의 중요한 영향을 미치는 온실가스이다. 특히 한반도 농경지의 대부분을 차지하는 논은 관개시 여름철 메탄방출의 중요한 원천이다. 그러나 메탄은 대기 중의 미량기체로 고속의 농도관측이 힘들고 장기간에 걸친 연속적인 관측자료가 매우 부족하다. 본 연구에서는 한국표준과학연구원의 레이저분광학 기술과 개회로 에디공분산 기술을 접목한 타워 기반의 플럭스 관측시스템과 국립농업과학원의 자동화된 챔버시스템을 이용하여 2011년 6월부터 김제의 농경지에서의 메탄 농도와 플럭스 관측을 실시하였으며 이를 통해 에디공분산 방법과 챔버에서 관측된 메탄 플럭스자료를 비교하였다.

2. 관측 및 방법

2.1 관측지

김제 플럭스타워는 전라북도 김제시 부량면 신용리에 위치하고 있다. 주변은 모두 논으로 둘러 쌓여있으며, 겨울은 보리를 재배하며 6월경 모내기를 실시하고 10월에 수확한다. 농경지는 사방으로 균질하고 평탄하며 논으로 이루어져있고 서쪽 100미터정도 떨어진 곳에는 도로가 위치하고 있다. 관측된 시기인 6월부터 9월까지의 주풍향은 서풍이었으며 의 평균 풍속은 약 1.9 ms⁻¹, 최대식생면적지수는 약 5였다. 김제 플럭스 사이트는 풍향이 서풍으로 일정하게 우세하며 균질하고 평평한 지역으로 에디공분산 관측을 수행하기에 적합한 지형이다.

2.1 관측 자료 및 처리

메탄플럭스를 관측하기위하여 지면으로부터 5미터의 높이에 에디 공분산 시스템을 설치하였다. 개회로 메탄 레이저 분광기(LI7700, Licor USA)와 3차원 풍향풍속계(CSAT3, Campbell, USA)를 설치하고 10Hz로 샘플링을 실시하였다. 개회로 메탄 레이저

분광기의 렌즈를 세척하기 위해 9월부터 펌프를 설치하여 매일 0시에 10분정도 자동 세척을 실시하였다. 관측된 메탄농도는 EdiRe 프로그램을 이용하여 자료처리를 실시하였다. 플럭스 타워의 서쪽(풍향 250 ~ 300도) 약 5미터정도 떨어진 곳에 메탄플럭스를 측정하기 위해 국립농업과학원의 챔버시스템이 설치되어있으며, 매 3시간마다 3대의 챔버가 약 30분 동안 관측한 메탄농도로부터 평균된 메탄 플럭스값을 계산하였다. 실제로 두 시스템이 제대로 작동한 8월을 중심으로 챔버와 에디공분산으로 측정된 메탄플럭스를 비교 분석하였다.

3. 결 과

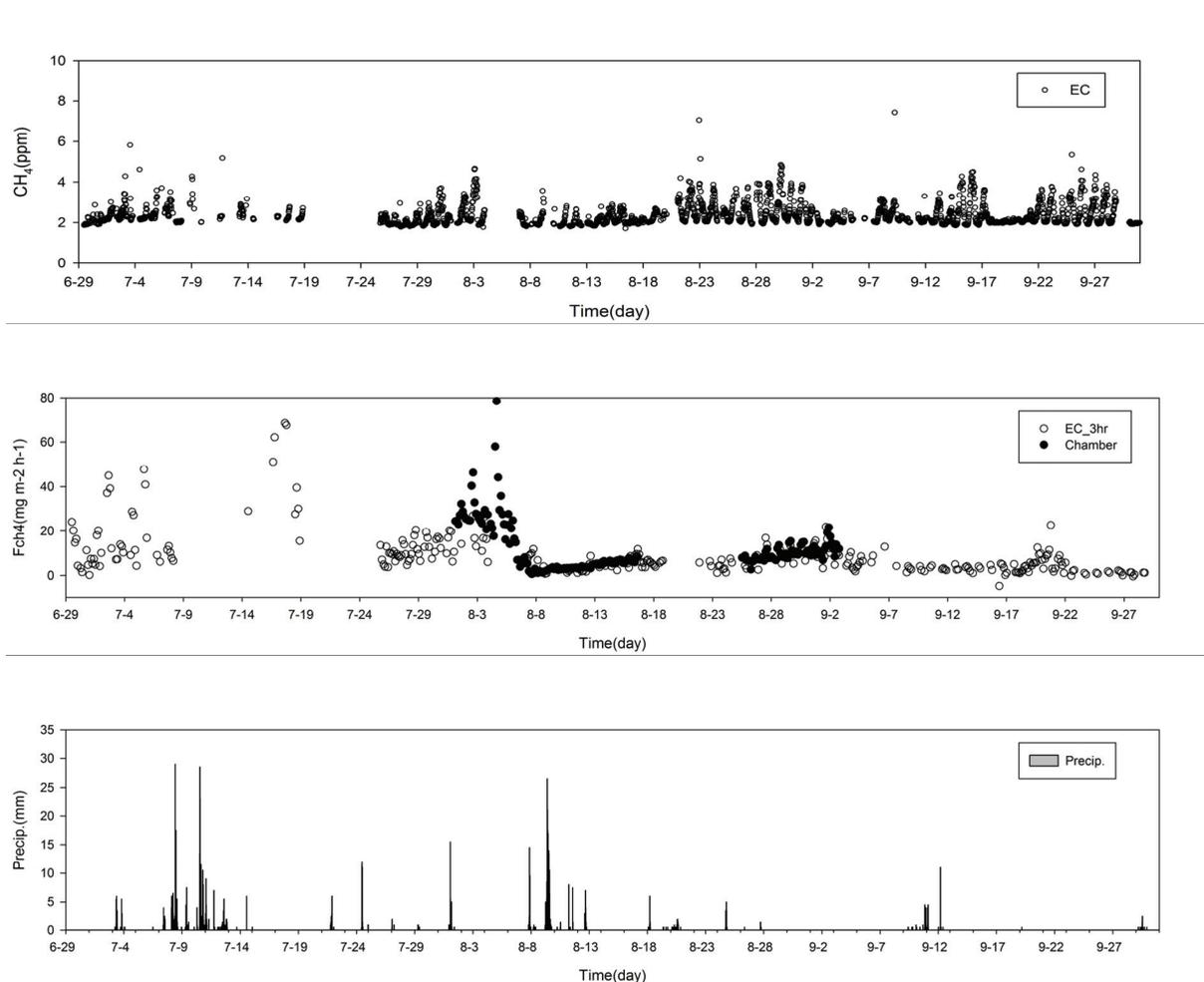


Fig. 1. Times series in 3-hours-averages of (1) methane concentration, (2) methane flux and (3) precipitation in Gimje in 2011.

관측된 메탄 농도의 세 시간 평균값은 배경농도인 약 2 ppm에서 최고 8 ppm의 범위를 보였고, 대체로 밤보다 낮에 4-5배 정도 높은 메탄농도가 관측이 되었다(자료 보이지 않음). 세 시간단위로 평균된 메탄 플럭스는 크게 두 가지 경향이 두드러졌는데 하나는 대체적으로 낮은 배경 플럭스로서 6월말의 평균 15 mgm-2h-1에서 9월말의 2mgm-2h-1의 점차적인 감소경향을 보였다. 이와 중첩되어서 일시적인 메탄 방출이 간

혈적으로 관측되었고 그 크기는 최고 80mgm-2h-1에 달했다. 6월말부터 9월까지의 관측 기간 동안 에디공분산의 메탄관측은 잦은 강수로 인해 결측이 발생하였고, 메탄이 흡수된 경우도 일부 관측되었으나 그 크기는 매우 작았다. 6월말부터 3개월간 평균 $9.29 \pm 9.72 \text{ mg m-2h-1}$ 의 메탄플럭스가 방출되었다.

메탄플럭스는 8월 초 이후 챔버와 에디공분산 모두 줄어드는 경향을 보이고 있다. 8월 3일부터 8월 7일까지의 에디공분산은 렌즈 세척을 위해 사용한 펌프문제로 인해 메탄플럭스 관측에 공백이 생기게 되었고 이로 인해 그 기간 동안 챔버 플럭스의 변동 폭에 비해 에디공분산의 변동 폭이 상대적으로 작았다. 그러나 8월 8일 이후부터 에디공분산과 챔버에서 관측된 메탄플럭스는 비슷한 값과 변동 경향을 보였다.

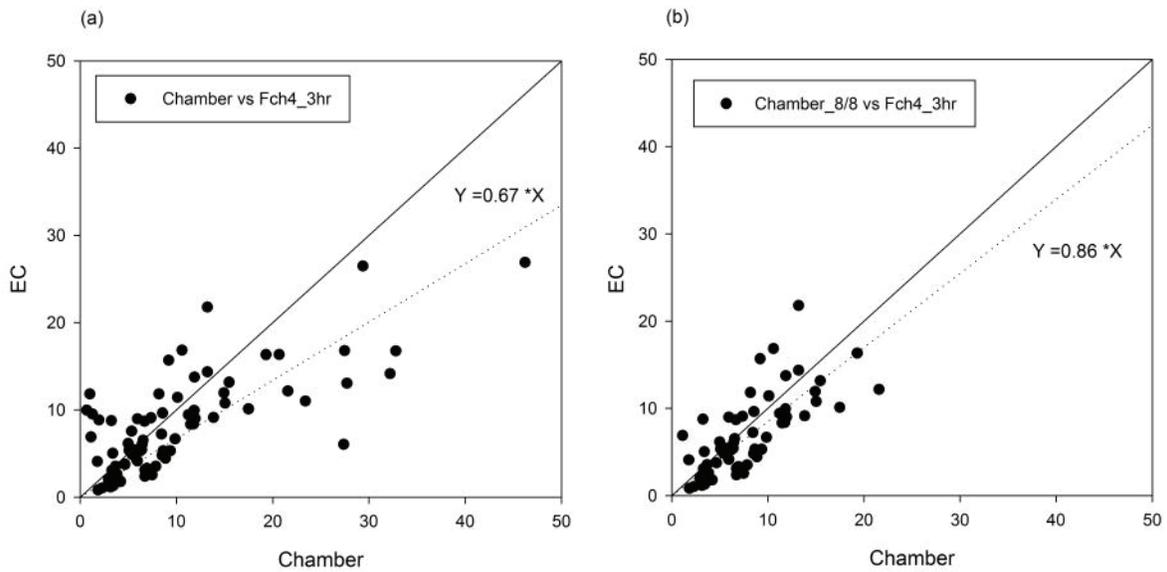


Fig. 2. Regression plot of eddy covariance and chamber methane flux. (a) is from 1 August to 5 September. (b) is from 8 August to 5 September.

Fig. 2에 따르면, 8월 1일부터 7일까지의 메탄플럭스 값을 제외할 경우, 에디공분산 관측결과가 챔버 방법의 결과보다 약 15% 낮았으나 전반적인 변화경향은 상당히 일치함을 알 수 있었다.

Acknowledgements

This work is support by Korea Research Council of Fundamental Science and Technology (KRCF) through the KRISS project of Basic Research, and the "CarboEastAsia - A3 Foresight Program" of National Research Foundation of Korea.