

CRDS 技术基于涡动相关法测定奶牛集约型放养草地的甲烷通量

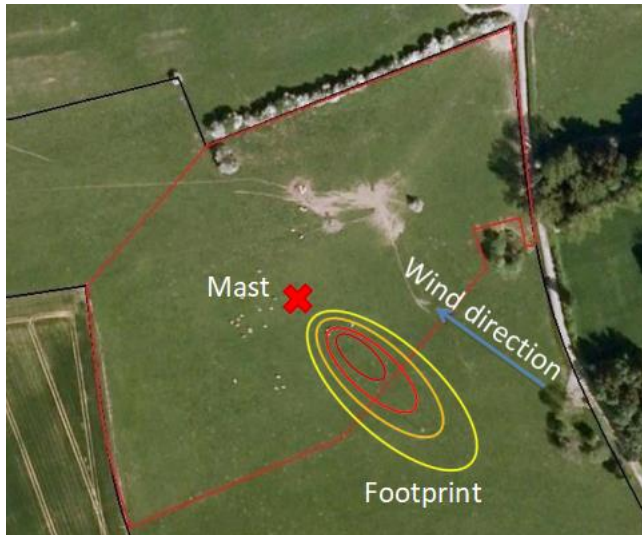


科学研究表明，牛在放屁、打嗝时，会排放大量体内废气。这些废气成分，主要包括二氧化碳、甲烷这两种造成全球平均气温上升的温室气体。尤其是甲烷，其温室效应是二氧化碳的 21-310 倍。联合国粮农组织曾做过调查，当时全球近 11 亿头牛放屁打嗝排放的废气所导致的全球温室气体贡献率，比汽车排放的尾气还要多。如今，“碳中和”已成全球潮流，而在世界各国应对气候变化的过程中，如何从“牛”做起，降低奶牛肉牛养殖在内的畜牧业、乳业、皮革业的温室气体排放量，正成为一项有趣而艰巨的课题。

为此，比利时列日大学的学者们利用 Picarro G2311-f 高频温室气体分析仪结合涡动相关法，对比利时境内的一处奶牛集约放养的草地进行甲烷通量测定，并对放牧草地 CH_4 通量驱动因子进行识别分析。

材料和方法

涡动协方差法测量位于测量点（足迹）上风区的通量。该方法可原位连续测量大区域的通量。然而，由于我们研究的是点源（牛），如果我们想计算它们的排放量，就必须知道它们在野外的位置。



现场展示

使用涡动协方差测量 CH₄ 和 CO₂ 通量 (Picarro G2311-f)

Dorinne 4,2 ha

Echelle: 1/2000

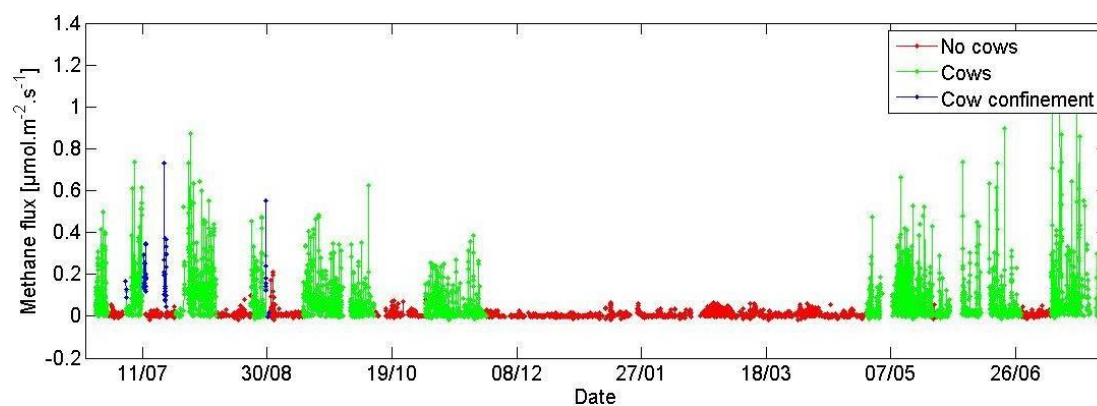
Dorinne June 2012-March 2013

1.0-2.0	Lightest Green
2.0-3.0	Light Green
3.0-5.0	Medium Green
5.0-7.0	Dark Green
7.0	Blue

在圈养过程中，奶牛被关在距离测量地点逆风的一个较小的区域（上图中的蓝色区域），以获得更高的载畜率。

测量结果

下图所示为 3 种不同奶牛分布状态下的甲烷通量

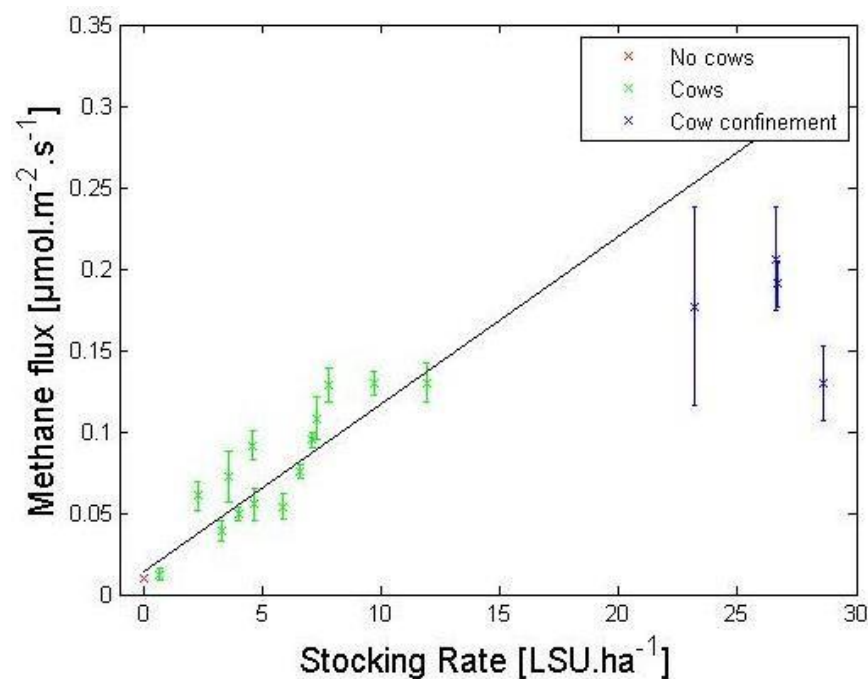


通量

- 在没有牛的情况下，通量通常在 0 到 $0.05 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 之间，通量值极低。
- 当牛出现在草地上时，排放量要高得多，并且与载畜率密切相关，线性拟合方程如下：

$$F_{\text{CH}_4} = [10.3 (\pm 0.5) \times \text{SR} + 14.4 (\pm 3.1)] \times 10^{-3}$$

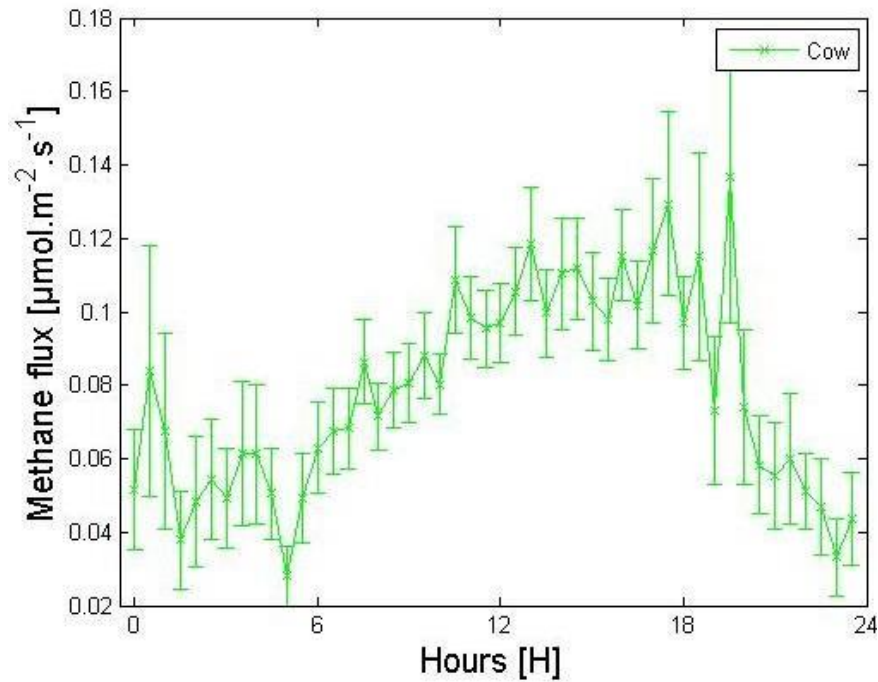
该拟合线假设奶牛在草地上是随机分布的。



载畜率对甲烷通量的影响（包含标准偏差），假设牛是随机分布的。

日循环

- 在有奶牛的情况下，排放量在下午达到一个主要峰值，在凌晨 1 点到 4 点之间有一个小峰值。
- 没有奶牛时，没有观察到明确的日周期变化（未显示）



在奶牛存在期间甲烷通量的日变化（包含标准偏差）。

结论

- 甲烷排放量与载畜率相关，斜率为 $51.9 \pm 2.5 \text{ kgCH}_4\cdot\text{年}^{-1}\cdot\text{LSU}^{-1}$ （参考 IPCC 一级排放系数为 $57 \text{ kgCH}_4\cdot\text{年}^{-1}\cdot\text{LSU}^{-1}$ ，IPCC，2006 年.国家温室气体清单指南）；
- 在没有奶牛的情况下，没有观测到甲烷净汇；
- 目前甲烷排放量与土壤温度、湿度之间没有明显的关系。

展望

考虑三种方法来计算每个牲畜单位的通量：

- 1、奶牛随机分布：假设一个随机的奶牛分布，我们可以用奶牛密度来计算每头牲畜单位的通量。这种方法很容易实现，但始终不能满足基本假设。然而，这种方法在大数据集上是可

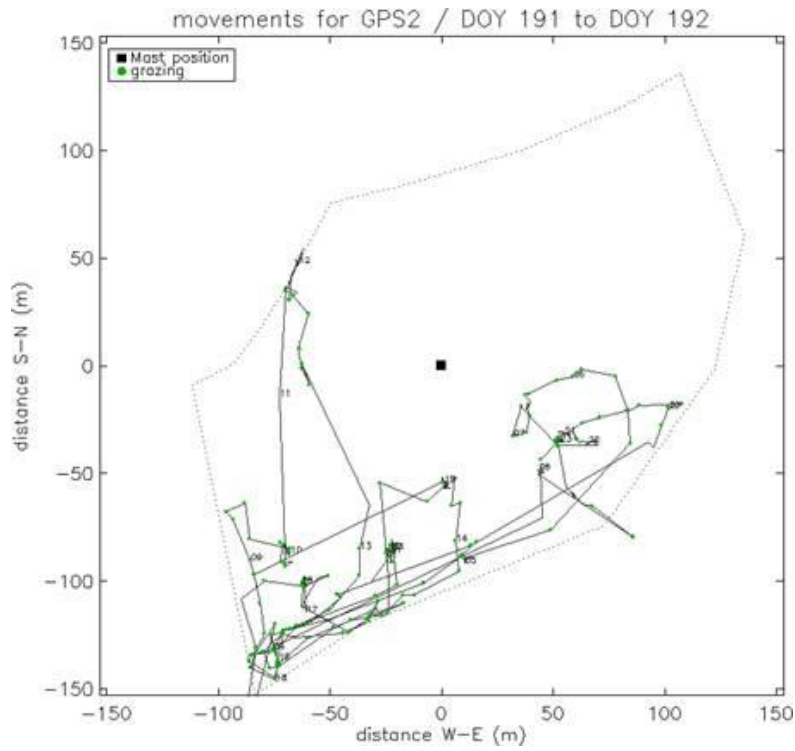
行的，并且目前已经开始应用于上述的数据上。

2、GPS：每头奶牛都装上 GPS 和加速计装置。奶牛的位置和足迹将以半小时的频率进行测量/建模。每半小时，通量将与奶牛的体位和它们的进食行为（例如，上一顿饭开始计时）相关。这种方法目前在我们的网点上测试了两头奶牛。

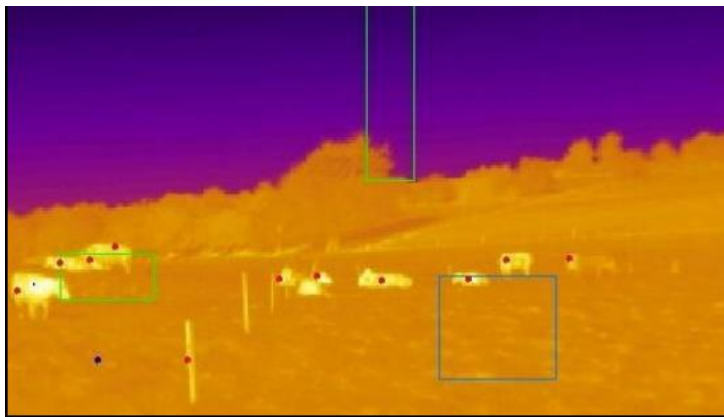
3、热敏相机：热敏相机会自动定向，以便面向足迹。记录下来的图片经过处理，以检测动物的数量和位置。这种方法正在开发中。



奶牛的位置和行为是用一个自制的 GPS 和加速计装置连接在奶牛脖子上测量的。



一头牛一天的 GPS 记录。每小时有标注，绿点对应一个放牧活动。



来自牧场的热红外图像。

如对该文章或此类应用有兴趣，欢迎联系我们：

chenxf@cen-sun.com

James@cen-sun.com