

農地からのアンモニア揮散量の測定方法

農業土木研究室

1. 酪農におけるアンモニア揮散の問題

北海道北部および東部では、広大な耕地で自給飼料の牧草を栽培する草地型酪農が営まれている。草地型酪農では、栽培した牧草を乳牛に給与し、乳牛から排泄されたふん尿を草地に還元する循環が基本となる。すなわち、家畜ふん尿のうち固形分は敷料とともに堆肥化され、液状物は好気性発酵や嫌気性発酵により液肥化されて、それらが草地や畑地に散布される。このようなふん尿の循環利用の各過程で、アンモニアが揮散する。

ふん尿からのアンモニア揮散は貴重な肥料分の減耗となるほか、環境への負荷となることが懸念されている。すなわち、大気中へ放出されたアンモニアは酸性雨の原因物質の一つとなり¹⁾、また、土壌へ沈着したり水に溶けることで、土壌の酸性化や水質の富栄養化を引き起こす。最近の文献レビュー²⁾によると、大気中のアンモニア負荷全体のうち、農業から生じるものが90%に達し、その主要な発生源が酪農での家畜ふん尿であるとされている。

このような背景から、環境負荷の少ない散布方法の研究がヨーロッパを中心として進められている。これらの研究では、揮散量の測定が重要であり、これまでに多様な測定方法が採用されてきた。本稿では、代表的な測定方法と、揮散量抑制のための施用方法に関する最近の研究について紹介する。

2. アンモニア揮散の測定方法

(1) チャンバー法

プラスチックなどのチャンバーで、ある小さな範囲の圃場面を覆い、チャンバー内を通過する空気量と通過前後のアンモニア濃度差によって、その範囲からの揮散量を測定する方法である。この方法は1960年前後から多くの研究において採用されてきた³⁾。しかしながら、チャンバー内の温度制御が難しく⁴⁾、アンモニア揮散に影響を及ぼす風速が自然条件下に比べて遅い⁵⁾などの問題があり、解放された圃場条件での揮散量とは必ずしも一致しない。なお、チャンバー法においてはアンモニアの捕集方法として、気体サンプルを酸性

溶液中に気泡として通すバブラー法を採用しているものが多い。

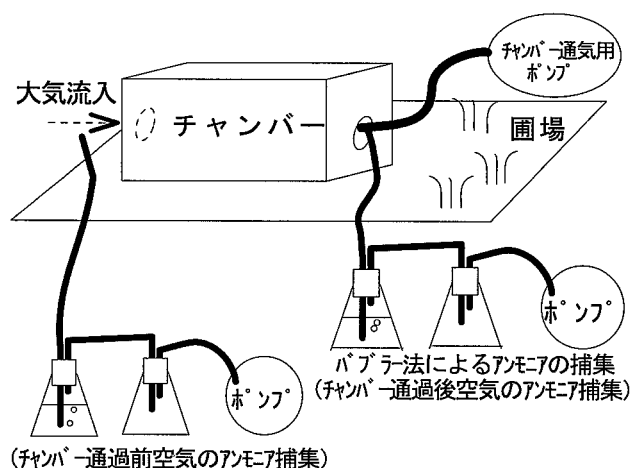


図-1 チャンバー法による測定イメージ

(2) 風洞を用いた測定

Lockyer⁶⁾は、透明なポリカーボネート製の風洞を用いる測定法を開発した。チャンバー法と同様に、圃場面に風洞をかぶせて、風洞通過前後のアンモニア濃度差と通過空気量から揮散量を求めるものである。この風洞は長さが2 mあり、電気動力ファンの制御により風洞内部の風速を外部の風速に追従させることがで

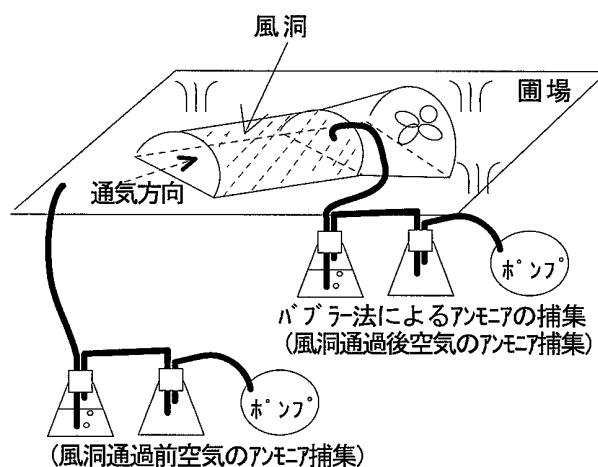


図-2 風洞を用いた測定イメージ

きる。チャンバー法では、チャンバー内の気象条件が外部と異なってしまうという欠点があったが、風洞を用いた方法では風洞の内外での気温や地温の差が小さくできる。杉本ら⁵⁾も、風洞による計測を行っている。

なお、Lockyer⁶⁾は、従来のバブラー法とともに、新たに開発したアンモニア自動捕集・分析装置も用いている。

(3) 微気象学的方法を用いた測定

圃場面を覆うことなく、微気象学的方法によりアンモニア揮散量を測定するものとして、マスバランス法や空気力学的方法、熱収支法などがある。

マスバランス法は、測定対象範囲の風上側と風下側において風速およびアンモニア濃度の鉛直分布を測定し、その範囲から揮散したアンモニア量を計算するものである。Ryden and McNeill⁷⁾は、56m×22mを測定対象としてこの方法により調査を行った。

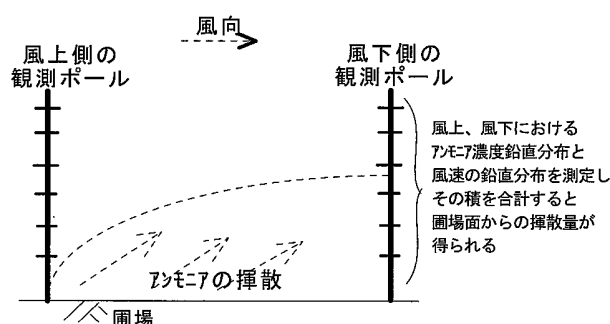


図-3 マスバランス法による測定イメージ

空気力学的方法および熱収支法は、2高度でのアンモニア濃度差と、同じ2高度間の輸送係数の積として揮散量を計算するものである。両方法とも測定地点から風上方向に、地表面の条件が同一とみなせる200～300m以上の広がり、その範囲に風を乱す障害物が存在しない環境下で適用可能である。両者の違いは輸送係数の求め方にある。空気力学的方法では輸送係数を風速の鉛直分布と風速勾配から求め、熱収支法ではこれを群落上の熱収支から求める。

空気力学的方法での測定例としてはBeauchampら⁸⁾があり、熱収支法の例としては、中山ら⁹⁾がある。後者は、化学発光方式のアンモニア自動分析計を用いた熱収支法による計測により10分ごとの揮散量を計算し、スラリー散布直後の揮散量の大きな変化を把握した。

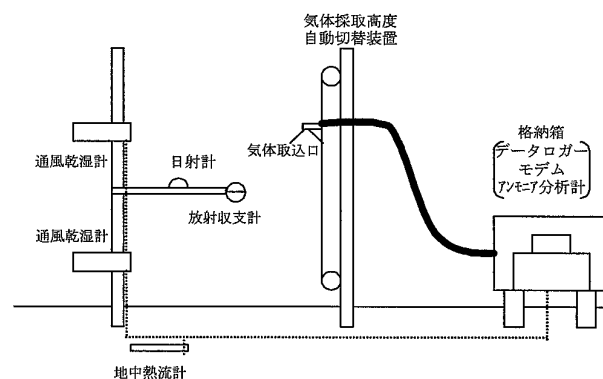


図-4 熱収支法とアンモニア自動分析計を用いた測定システム

3. 揮散量抑制のための施用方法に関する最近の研究事例

草地や耕地にスラリーを散布した場合のアンモニア揮散量については、多くの研究事例^{10), 11), 12), 13)}がある。近年の報告では、スラリーを圃場表面に施用する方法よりも、インジェクターを用いて土中に注入したり、表面散布後に土壌と混和する方法がアンモニア揮散を抑制できるという傾向にある。

(文責：中山博敬)

参考文献

- 1) 村野健太郎(1993)：酸性雨と酸性霧，裳華房，p.48-59.
- 2) Bussink, D.W. and Oenema, O.(1998)：Ammonia Volatilization from dairy farming systems in temperate areas：a review, Nutrient Cycling in Agroecosystems, 51, p.19-33.
- 3) McGarity, J.W. and Rajaratnam, J.A. (1973)：Apparatus for the measurement of losses of nitrogen as gas from the field and simulated field environments, Soil Biol. Biochem., 5, p.121-131
- 4) 松下秀鶴、井村伸正訳(1989)：アンモニア, 東京化学同人，p.108.
- 5) 杉本安寛、永松勝彦、平田昌彦、上野昌彦(1992)：圃場からのアンモニア揮散測定装置の試作，宮崎大学農学部研究報告，38(2)，p.125-129.
- 6) Lockyer, D.R, (1984)：A system for the measurement in the field of losses of ammonia through volatilization, J. Sci. Food Agric., 35, p.837-848.

- 7) Ryden, J.C. and McNeill, J.E (1984) : Application of the micrometeorological mass balance method to the determination of ammonia loss from a grazed sward, J. Sci. Food Agric., 35 , p.1297-1310.
- 8) Beauchamp,E.G., Kidd, G.E. and Thurtell, G. (1982) : Ammonia volatilization from liquid dairy cattle manure in the field, Can. J. Soil Sci., 62 , p.11-19.
- 9) 中山博敬, 中村和正, 大野隆, 秀島好昭, 多久和浩, 佐藤隆(2001) : 気体採取高度自動切替装置を用いたアンモニア揮散量の測定, 農業環境工学関連 4 学会 2001 年合同大会講演要旨, p.171.
- 10) Malgeryd, J. (1998) : Technical Measures to reduce ammonia losses after spreading of animal manure, Nutrient Cycling in Agroecosystems , 51, p.51-57.
- 11) Morken, J. and Sakshaug, S. : Direct ground injection of livestock waste slurry to avoid ammonia emission, Nutrient Cycling in Agroecosystems, 51, p.59-63.
- 12) Sommer, S.G. and Ersvoll, A.K. (1994) : Soil tillage effects on ammonia volatilization from surface-applied or injected animal slurry, J. Environ. Qual, 23, p.493-498.
- 13) Mattila, P.K. (1998) : Ammonia volatilization from cattle slurry applied to grassland as affected by slurry treatment and application technique-first year result, Nutrient Cycling in Agroecosystems, 51, p.47-50.