

26. 土・草・家畜連鎖系における安定同位元素¹³C, ¹⁵N 自然存在比の変動の規則性

農業環境技術研究所 環境管理部 計測情報科
畜産試験場 生理部

要 約

肉牛の放牧期間において、土→牧草→家畜の流れの中でみられた炭素・窒素安定アイソトープの規則的な変動の様子を明らかにした。これより自然存在比の測定法は、生態系における物質循環の基礎的解明に役立つことが分かった。

背景・目的

動植物など自然界を構成している主要な生元素である炭素・窒素の中には、大量に存在している核種 (¹²C, ¹⁴N) より僅かに重い ¹³C, ¹⁵Nなどの安定アイソトープ核種が微量含まれている。その量、すなわち自然存在比(単位δパーミル)は、大気、土、草、動物などでごく僅かずつ異なっている。最近の分析技術の進歩は、この僅かの違いを正確に捉えることを可能にした。

自然存在比の変動は、純粹に物理化学的な原理によって引き起こされているものなのでその変化を詳しく調べることは、自然が行っている壮大なトレーサ実験を解読することと同じであり、高価な濃縮安定同位体を使用せずに、自然現象の解明ができる点で、最近この分野で大いに注目されている。

内容及び特徴

- (1) 高性能マススペクトロメーターによるδ¹³C, δ¹⁵Nなど自然存在比の測定法を確立した。
- (2) 肉牛の放牧期間において、土壤から牧草さらに家畜という流れの中でみられた¹³C, ¹⁵N同位体存在比の変動の規則性は次のようにある。(実測値第一表)

① 土壤-牧草間	δ ¹³ C, δ ¹⁵ Nともに低下
② 牧草-肉牛間	牧草-血液: δ ¹³ C, δ ¹⁵ Nともに上昇 牧草-乳: δ ¹³ Cは低下, δ ¹⁵ Nは上昇 牧草-糞: δ ¹³ Cは低下, δ ¹⁵ Nは上昇
③ 糞尿-土壤間	糞-土壤: δ ¹³ Cは上昇, δ ¹⁵ Nは低下 尿-土壤: δ ¹³ C, δ ¹⁵ Nともに上昇

また、野草のδ¹³C値は牧草より明らかに高い値を示した。

- (3) ¹⁵N自然存在比を縦軸に、¹³C自然存在比を横軸にとり安定同位体の流れを図示すると、土を中心とし、それを取り囲むように牧草→家畜(血液、乳汁)→糞尿のサイクルが描かれることが明らかとなった(図)。このように系内でアイソトープバランスが保たれるということは、土・草・家畜連鎖系が一つの独立した系であることを示す証拠と思われる。
- (4) ¹³C, ¹⁵Nなど安定アイソトープの自然存在比の変動を正確に測定することは、自然が行っている壮大なトレーサ実験の解読にも役立つことが分かった。

活用面と留意点

- (1) 生態系における物質循環の解明に役立つ。
- (2) 草種(豆科、イネ科C₃, C₄植物)により炭素、窒素の安定同位体の自然存在比が異なることを利用し、放牧家畜の採食比率、採食量などの推定が可能である。
- (3) 糞と尿とで炭素、窒素の安定同位体自然存在比が明確に分かれているので糞尿による土壤、水系での汚染を区別して追跡できる可能性がある。

キーワード

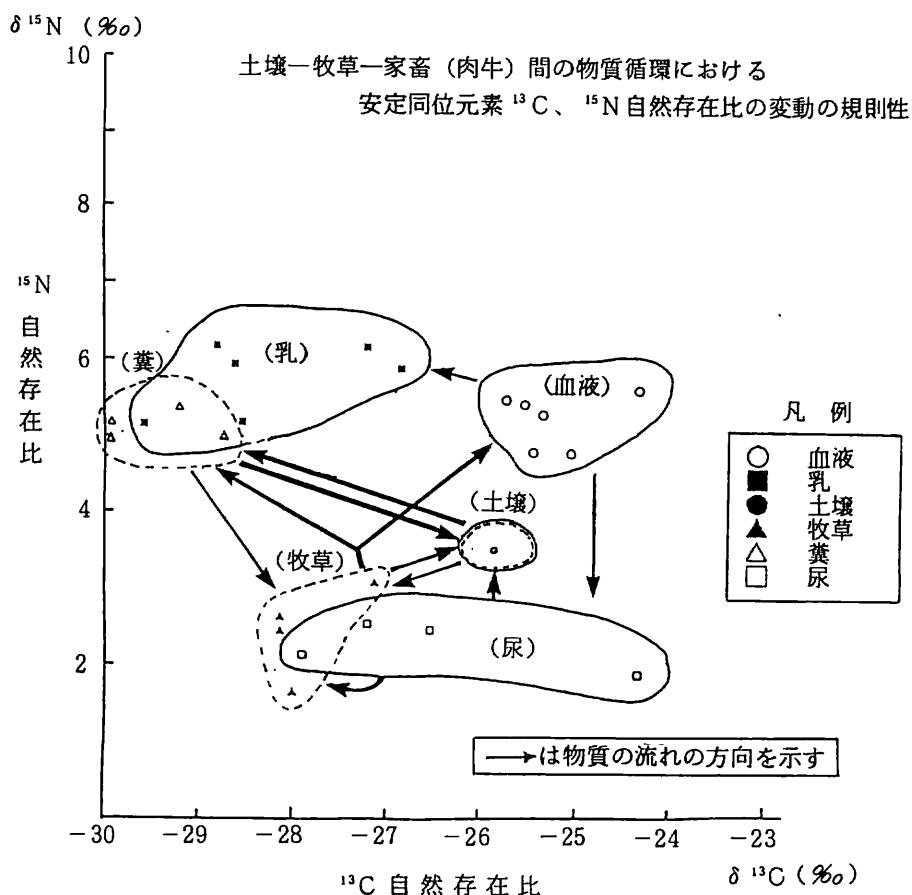
土・草・家畜系、同位体自然存在比、¹³C, ¹⁵N

(小山雄生・須藤まどか)

表 1 ^{13}C , ^{15}N 同位体存在比 δ ‰

連 数	土 壤		牧 草		血 液		乳 汁		糞		尿	
	^{13}C	^{15}N										
1	-25.5	3.15	-18.8*	2.95	-25.5	5.35	-28.6	5.95	-28.7	4.95	-27.2	2.55
2	-26.4	3.75	-28.0	1.65	-25.0	4.75	-28.8	6.15	-29.5	5.15	-27.9	2.15
3	-25.6	4.25	-28.1	2.65	-25.4	4.75	-27.2	6.15	-29.6	4.95	-27.2	—
4		3.95	-27.1	3.05	-25.7	5.45	-29.6	5.15	-29.2	5.35	-24.3	1.85
5		2.47	-28.1	2.45	-25.3	5.25	-26.8	5.85	-28.7	4.95	-26.5	2.45
6	—	—	-28.1	—	-24.3	5.55	-28.5	5.15	-29.3	—	-26.5	—
平 均	-25.8	3.51	-26.5	2.55	-25.2	5.14	-28.3	5.73	-29.2	5.07	-26.6	2.25
標準誤差	0.49	0.63	3.77	0.49	0.50	0.38	1.05	0.42	0.34	0.16	1.24	0.27

* 野草



* 同位体自然存在比のスケール (δ) は、標準試料から何パーミル (‰ 千分率偏差) 偏っているかを表すもので、窒素は大気中の窒素、炭素はアメリカ産の化石 (CaCO_3) が用いられている。通常窒素は (+) 、炭素は (-) である。