

圃場より採取した水田土壌のアセチレン還元態

近藤 始彦

(東北農業試験場)

Acetylene reduction activity of paddy field soils

Motohiko KONDO

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

土壌の窒素の動態のうち、無機化・有機化など土壌内部の窒素の動態に関しては、知見が集積されてきているが、外部とのやりとり、つまり、窒素の系外への逸脱と流入については、その大きさや土壌環境要因の影響について不明な点が多い。水田土壌は、畑土壌に比べ窒素肥沃度の維持能力が高く、これは一つには、生物窒素固定による窒素の富化能力が高いことによるといわれている。水田土壌中ではラン藻類や光合成細菌など光合成窒素固定菌と有機物を基質とするヘテロトローフ窒素固定菌の両方の活性が高まると考えられる。このうちヘテロトローフ窒素固定菌の動態を明らかにすることは、土壌の窒素の動態を把握する上で不可欠であり、また有機物の有効利用法の確立につながる可能性もある。そこで、水田土壌中でのヘテロトローフ窒素固定菌の動態についての基礎的知見を得るために、アセチレン還元態 (ARA) によって、土壌の風乾や水分が窒素固定態に及ぼす影響を室内モデル実験で調べ、また圃場の土壌及び有機物の窒素固定能の測定を行った。

2 試験方法

(1) 室内モデル実験

25年続けている東北農試水田利用部内圃場の三要素試験区の無窒素区より採取した生土 (水分約23%; C1.36%, N0.12%) と風乾土 (水分約3%; 10g (乾土重) に粉末状及び棒状 (長さ約1.5cm) の稲ワラ (N0.41%) を乾土当たり1.5%混合し、蒸留水30mlを加えて湛水状態とし、25°C暗下で59日間培養し、その間のARAの変化を追跡した。また、水分の影響を調べるために、三要素区の生土 (水分約21%; C1.97%, N0.17%) 10g (乾土重) に棒状の稲ワラ (乾土当1.5%) 加え湛水状態及び畑状態に保ち25°C暗下で培養しARAを比較した。湛水状態と畑状態の設定は蒸留水をフラスコ当たりそれぞれ30ml, 8ml加えることによる。ARAの測定は、表面水を除き、気相をHeで置換した後、気相の6mlをC₂H₂で交換し、24時間後に生成したC₂H₄を定量することにより行った。

(2) 圃場より採取した度条線状及び有機物のARAの測定

東北農試水田利用部内の土壌管理法の異なる水田及び大豆畑より作付け期間中の7月30日に株間の作土層 (0~10cm) の土壌を一区当たり6カ所計約600g採取し、よく混合した後、約10g (乾土重) の生土を50ml三角フラスコに入れ、蒸留水30mlを加えた後、気相をHeで置換し、気相の6mlをC₂H₂で交換し24時間後にC₂H₄を定量した。定量後、再びHeで置換し25°Cで培養を続け、4, 14日目に同ようにARAを測定した。また、メッシュで包んだ稲ワラを三要素区及び無窒素区の作土層5cmの深さに1992

年5月26日に埋め込み、翌年1993年4月8日に土壌より取り出し、ARAを測定した。ARAの測定は稲ワラを軽く水洗いし土壌粒子を除いた後、約0.5g (乾物重) を50ml三角フラスコに入れC₂H₂ 5mlを含むHe下で培養しC₂H₄生成量を測定することによって行った。ARA測定時の培養温度は初めの18時間は圃場温度に近い10°Cとし、その後は25°Cとし55時間C₂H₄の生成量を測定した。

3 試験結果及び考察

生土と風乾土のARAを比較した結果、生土では、9日目に高いARAが認められたのに対し、風乾土では59日目まで低く推移し (図1)、生土に比べARAは抑制されていると考えられた。培養期間中の乾物重の減少で表した稲ワラの分解は、風乾土においても33日目まで生土とほぼ同等に進行しており (図2)、分解の遅延が抑制の原因とは考えにくい。一方、土壌のNH₄-Nは、風乾土において初期より生土に比べ高く (図3)、この高いNH₄濃度が、ARA抑制の原因の一つではないかと考えられた。窒素固定菌が風乾の影響を特に受け易いとも考えられるがこの点については今後の検討が必要である。この結果より、土壌の風乾は、湛水後のARAに大きく影響すると考えられるので、実験に風乾土を供試する場合は留意する必要があるといえた。

次に土壌水分が、ARAに及ぼす影響であるが、畑状態では高いARAは認められず (図4)、湛水状態がARAを促進するといえた。湛水状態でのARAの推移は9日目に高くその後急速に低下した。9日目の高いARAは湛水後の易分解性可溶性成分の速やかな分解に伴っていると考えられるが、9日目以降も稲ワラの分解は進行しており (図5)。稲ワラの分解量だけでは、ARAの大きな減少は説明できない。土壌中の窒素固定菌は、主に有機酸・糖などの低分子化合物を基質にすることが知られており、稲ワラ中の高分子物質の分解によって生成するこれら直接の基質の生成量がARAの変化に関係していると推測される。また、これまでに湛水土壌のARAには好気性菌も関与することを示唆する結果が得られていることより、湛水状態の長期化によって、窒素固定能に関与する好気性菌の活性が低下しARAが抑制される可能性も考えられる。今後、圃場条件の湛水下のARAの変動を明らかにするには、基質量だけでなく、土壌層位や水管理による酸素供給条件の変化がARAに及ぼす影響を検討する必要がある。

次に圃場より採取した土壌のARAであるが、有意なARAは稲ワラや厩肥など有機物を施用した処理区でのみ認められた (図6)。また、ARAの認められた有機物処理区でもサンプルによっては活性が認められないことより、圃場土壌中のARAは不均一に分布しており有機物の近傍でのみ高くなっていると考えられた。一方、土壌中に埋設

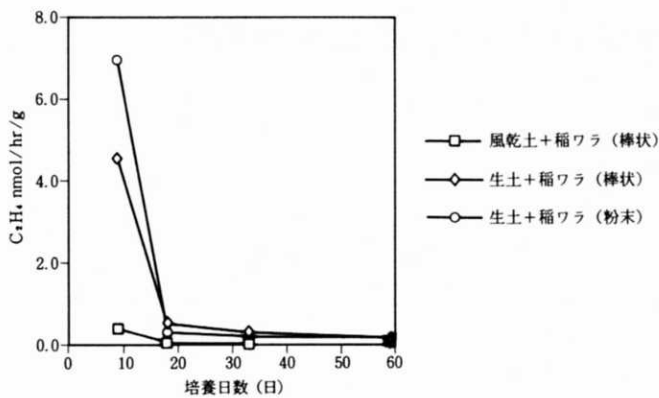


図1 生土と風乾土のARAの変化 (25°C)

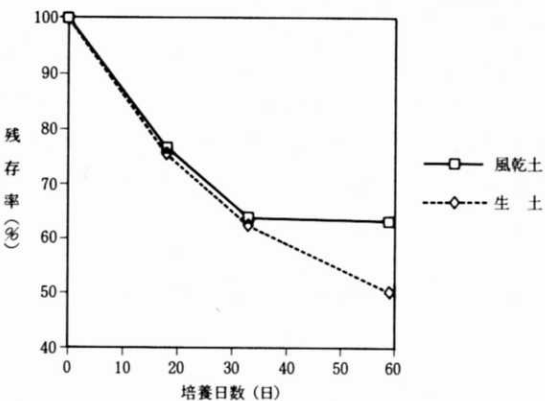


図2 稲ワラ (棒状) の分解率

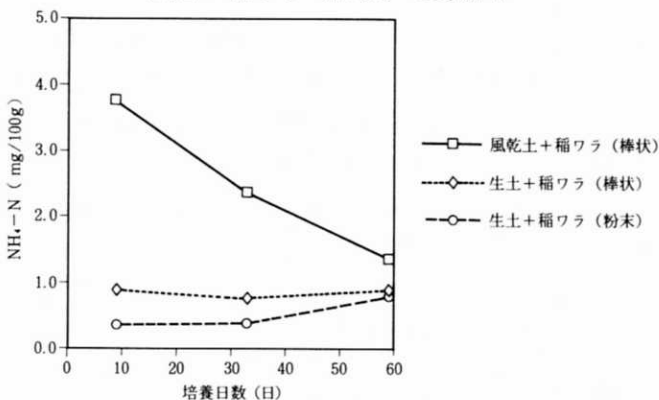


図3 NH₄-Nの変化

した稲ワラのARAは培養初期18時間は活性が認められなかったが、18時間以降活性が認められた (図7)。このことより、土壌中の稲ワラは約1年間分解を受けた後も、潜在的な窒素固定能を維持しているといえた。また、無窒素区で三要素区より高く、窒素欠如によって窒素固定菌の活性が高まっていると考えられ、土壌管理法によって窒素固定菌の活性は影響を受けると考えられた。

4 まとめ

- (1) 風乾土は生土に比べ、湛水条件下のARAが抑制される。
- (2) 湛水条件は畑条件に比べ、ARAを促進する。プラスチック内の湛水培養では、培養9日目に高く、その後は低く推移した。
- (3) 水稻生育中期の圃場より採取した土壌のARAより、土壌のARAは不均一に分布し有機物の近傍でのみ高いと推察された。

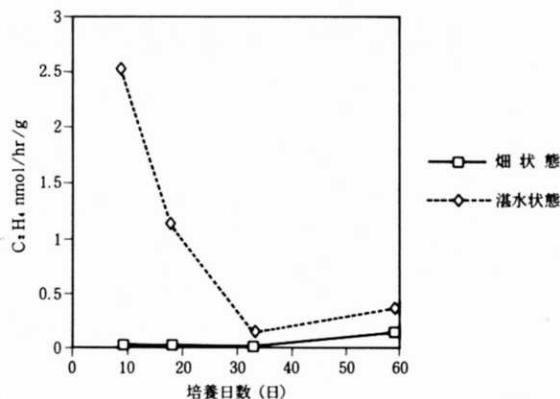


図4 ARAの変化

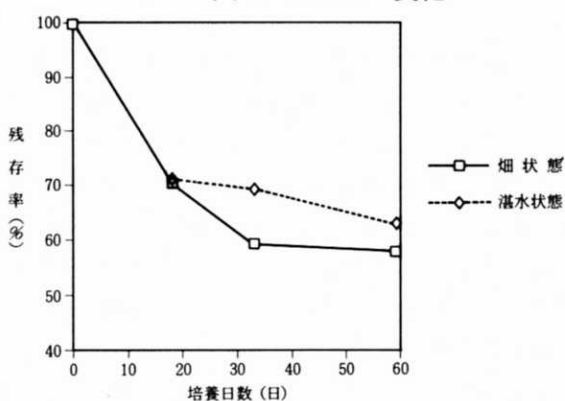
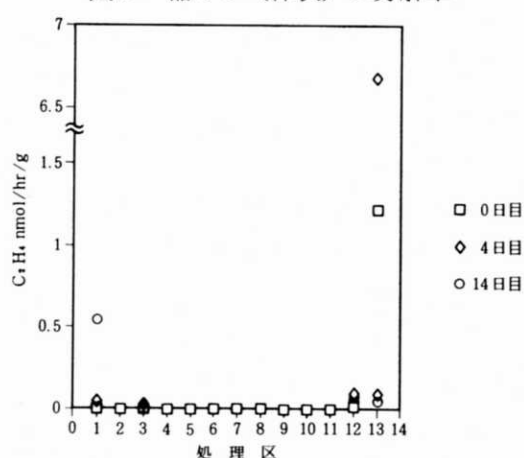


図5 稲ワラ (棒状) の分解率



- 処理区
1. 多湿黒ボク土 稲ワラ600kg/10a
 2. 多湿黒ボク土 有機物なし
 3. 多湿黒ボク土: 復元2年目・稲ワラ600kg/10a
 4. 多湿黒ボク土: 復元2年目・有機物なし
 5. 多湿黒ボク土: 大豆畑 (輪換3年目)
 6. 灰色低地土: 三要素区
 7. 灰色低地土: 無リン酸区
 8. 灰色低地土: 無窒素区
 9. 灰色低地土: 無肥料区
 10. 灰色低地土: 堆肥3t/10a
 11. 灰色低地土: 堆肥1t/10a
 12. 灰色低地土: 稲ワラ1t/10a
 13. 灰色低地土: 厩肥3.6t/10a

図6 圃場より採取した土壌のアセチレン還元能

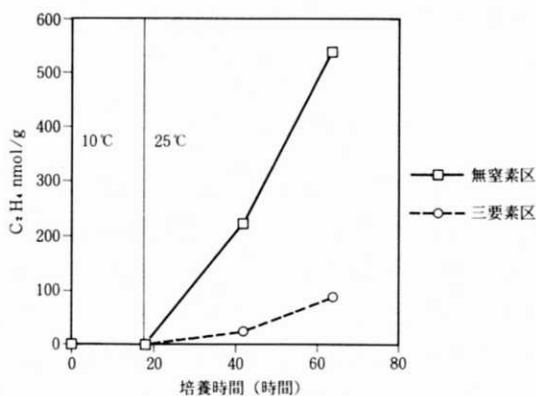


図7 圃場に埋め込んだ稲ワラのARA