

石灰窒素施用による 茶園からの亜酸化窒素発生量の削減

石灰窒素のすぐれた2つの効果 土壌酸度矯正 硝化抑制
 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
 野菜茶業研究所 業務用野菜研究チーム(元茶栽培部 土壌肥料研究室)
 農学博士 徳田 進一

亜酸化窒素(一酸化二窒素)は、地球温暖化の原因となる温室効果ガスの一種です。温室効果ガスといえば、二酸化炭素を真っ先に思い浮かべる方も多いと思いますが、亜酸化窒素は、二酸化炭素に比べて地球温暖化を進める能力が約300倍も強いことが知られています。亜酸化窒素は、熱帯雨林や海洋などの自然生態系から発生しますが、農業などの人間活動からも発生することが知られています(表-1)。特に、農耕地に施肥された窒素肥料から発生する亜酸化窒素が多いことが指摘されています。これらのことから、農耕地への窒素施肥に由来する亜酸化窒素の発生量を詳細に把握するとともに、発生量削減技術の開発が強く求められています。

多量の窒素肥料が施肥されている茶栽培

茶栽培では、多量の窒素肥料が施肥されることが一般的です。これは、窒素多肥によって茶園土壌中の無機態窒素濃度を高めると茶樹の窒素吸収量が増加し、茶葉の窒素含量が増えるためです。茶葉の窒素含量が高まると、製造される荒茶の取引価格も高まる傾向があることから、農家は施肥基準よりも多くの窒素肥料を施肥する傾向がありました。しかし、窒素肥料の大量施用は土壌を酸性化させ、これにより、保肥力が低下するなど土壌の性質を悪化させていることがわかってきました。この窒素多肥がおよぼす悪影響のひとつとして、茶園からの亜酸化窒素の発生があります。

表-1 日本における亜酸化窒素発生源と発生量

発 生 源		発 生 量
燃 料 の 燃 焼		7,942
工 業 プ ロ セ ス		860
溶 剤 等		245
農 業	家 畜 排 せ つ 物 管 理	4,861
	農 耕 地	6,337
	農 作 物 残 さ 管 理	76
廃 棄 物 管 理		3,470
合 計		23,792

単位:千t (CO₂換算) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2009)より作成

茶園土壌からの亜酸化窒素発生メカニズム

最初に述べたとおり、窒素施肥された農耕地からは亜酸化窒素が発生します。特に、窒素施肥量がほかの農作物に比べても非常に多い茶園では、亜酸化窒素が大量に発生していることが予想されました。しかし、茶園からの亜酸化窒素発生量を調査した例は少なく、実態は不明でした。

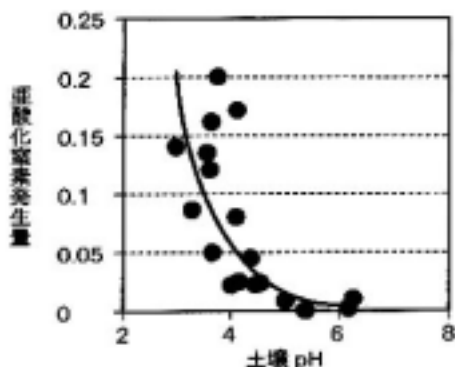


図-1 茶園土壌の亜酸化窒素発生量と土壌pHとの関係
 縦軸の単位は土壌1gから1日に発生する窒素量(μg)

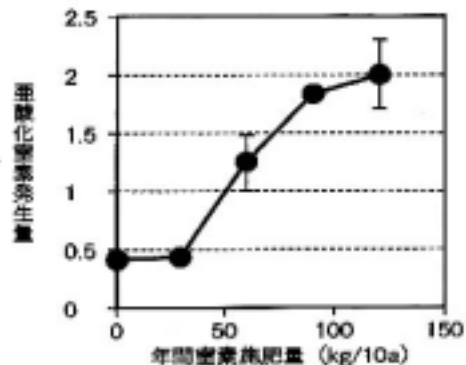


図-2 茶園からの亜酸化窒素発生量と窒素施肥量との関係
 縦軸の単位は1m²から1時間に発生する窒素量(mg)

そこで、窒素施肥量が異なる全国の茶園からさまざまな性質の土壌を採取して亜酸化窒素発生量を測定したところ、これまで報告されている農耕地土壌や森林土壌などの数倍から数百倍多い亜酸化窒素を発生することが明らかになりました。

詳細に解析を進めたところ、土壌pHと亜酸化窒素発生量には負の相関関係があり、土壌のpHが低くなるほど(すなわち、土壌が酸性化するほど)、亜酸化窒素発生量は増えることが明らかになりました(図 - 1)。

また、実際の茶園からの亜酸化窒素発生量と窒素施肥量との関係を検討したところ、窒素施肥量が年間30kg/10aを超えると亜酸化窒素発生量は窒素施肥量に応じて増加することがわかりました(図 - 2)。農耕地は窒素施肥により土壌が酸性化します。すなわち、茶園は窒素多肥によって土壌が酸性化し、亜酸化窒素が発生しやすい条件にあるといえます。

石灰窒素は茶園の窒素施肥量削減に有効

窒素肥料の大量施用の弊害が次々と明らかにされるにつれ、茶園の窒素施肥量削減が求められるようになりました。石灰窒素を使った茶園の窒素施肥量削減技術もそのひとつで、本誌「石灰窒素だより」でも、No.143に熊本県と鹿児島県における事例が報告されています。いずれの報告も、石灰窒素入り肥料の施用によって窒素施肥量の削減が可能であることが示されています。これら試験に先立ち、平成8～11年に野菜茶業研究所でも、石灰窒素を使った茶園における窒素施肥量削減試験を実施し、同様の結果を得ています。その試験の概要は、本誌No.138に紹介させていただいたとおりです。このように石灰窒素を上手に利用すれば、茶園の窒素施肥量を削減できることが明らかにされました。そこで、石灰窒素の施用によって、亜酸化窒素の発生量も減らすことができるかどうかを検討しました。

4試験区を設けて亜酸化窒素発生量を測定

試験は静岡県金谷町(現静岡県島田市金谷)にある野菜茶業研究所内の研究圃場(土壌は赤黄色土壌、栽培品種は「やぶきた」)で、1998年4月から11月にかけて行いました。亜酸化窒素発生量を測定した茶園の窒素施肥量は図 - 3のとおりです。

硫安と菜種粕を使って10a当たり年間50kgの窒素を施肥する慣行区に対し、これを30kgに削減した茶園を慣行減肥区としました。さらに、年間窒素施肥量は慣行区と慣行減肥区と同じですが、石灰窒素を窒素にして12kg施肥し、その分の化成肥料を減らした石灰窒素区と石灰窒素減肥区を設けました。

これらの茶園の畝間において、1ヵ月に1回程度、亜酸化窒素発生量を測定しました。測定はクローズドチャンバー法で行いましたが、これはバケツのような専用の容器(チャンバー)を圃場の表面にかぶせ、一定時間放置した後内部の空気中の亜酸化窒素濃度を測定することにより、圃場表面から大気中に放出される亜酸化窒素量を測定する方法です。

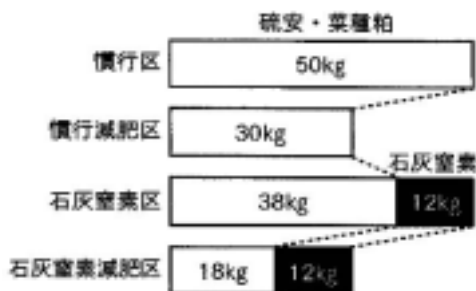


図 - 3 試験圃場の窒素施肥量
単位は1年間の10a当たりの窒素量

石灰窒素施肥茶園からの亜酸化窒素発生

茶園では、12月から3月の間は亜酸化窒素の発生がほとんどみられないことから、4月から11月にかけて、合計8回の測定を行いました。図 - 4に8回の測定結果の平均値を示しました。

慣行区の発生量が最も多くなり、窒素施肥量を50kgから30kgに減らすだけでも、発生量は62%にまで減少しました。

また、窒素施肥量が50kg、30kgいずれの場合でも、石灰窒素を併用することによって発生量は減少し、30kgの場合には61%、50kgの場合には39%にまで減少しました。

このように、石灰窒素を併用することによって、施肥窒素に由来する亜酸化窒素の発生を抑制できることが明らかになりました。

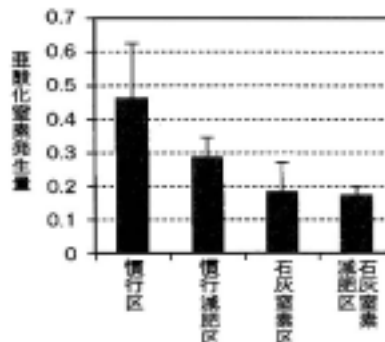


図 - 4 窒素肥料が異なる茶園からの亜酸化窒素生成量の比較
縦軸の単位は1㎡から1時間に発生する窒素量(mg)

なぜ石灰窒素で亜酸化窒素を減らせるのか？

それでは、なぜ石灰窒素を併用することによって、亜酸化窒素の発生量を減らすことができたのでしょうか。それは石灰窒素が持つ2つの効果、すなわち、土壌酸度矯正効果と硝化抑制効果にあると思われます。

調査期間中の土壌pHは、石灰窒素を併用した茶園が慣行施肥の茶園よりも高く推移しました(図 - 5)。土壌のpHが低くなるほど亜酸化窒素生成量が多くなることは先ほど説明しました。石灰窒素の施用により土壌pHが高まり、亜酸化窒素生成量が減少したと考えられます。

土壌中の有機物が分解されたり、肥料が土壌中の水分に溶けるとアンモニア態窒素が生成しますが、このアンモニア態窒素が微生物の作用によって硝酸態窒素に変化することを硝酸化成(硝化)と呼びます。石灰窒素はこの硝化を抑える働き(硝化抑制効果)を持っています。亜酸化窒素は硝化や、硝化によって生成した硝酸態窒素が脱窒と呼ばれる作用を受けるときに生成することが知られています。そのため、硝化を抑制することによって、亜酸化窒素の発生を抑制することが可能と考えられ、多くの研究が行われてきました。試験期間中の土壌中のアンモニア態窒素と硝酸態窒素の濃度は、窒素施肥量が同じにもかかわらず、石灰窒素を施肥した茶園において慣行施肥よりも高く推移しました(図 - 6)。石灰窒素により硝化が抑制され、その結果、亜酸化窒素生成量が減少したと考えられます。

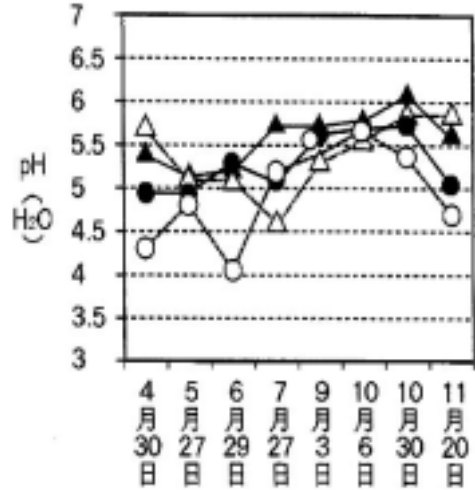


図 - 5 試験期間中の土壌pHの変化
慣行、慣行減肥、石灰窒素、石灰窒素減肥

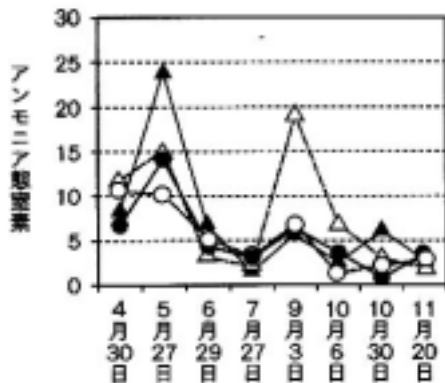
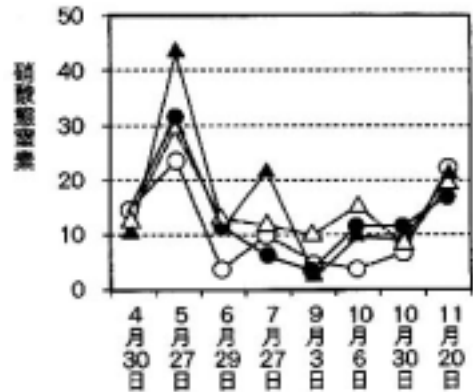


図 - 6 試験期間中の土壌中の無機態窒素濃度の変化
慣行、慣行減肥、石灰窒素、石灰窒素減肥
縦軸の単位は土壌1g当たりの窒素量(mg)



本稿では割愛いたしましたが、石灰窒素を併用しても生葉収量には影響しませんでした。しかし、石灰窒素の多量施用は土壌pHを高め、酸性土壌を好む茶樹の収量や品質に影響することが指摘されています。施肥前に土壌診断を行い、石灰窒素を適切に施用する必要があります。