

●環境と石灰窒素●

前年秋の石灰窒素施用が メタン発生、水稲の生育・収量へおよぼす影響

山形県農業総合研究センター 食の安全環境部 塩野宏之

水田から発生するメタン

地球温暖化は、人間の活動によって大気中の二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、一酸化二窒素(亜酸化窒素、N₂O)などが増加することで起こるとされている。IPCC(気候変動に関する政府間パネル)の第4次報告書によれば、このうち、地球温暖化に対する割合が最も大きいのが二酸化炭素で、次いでメタンとなっている(図-1)。メタンは1g当たりの温室効果が二酸化炭素の25倍大きく、重要な温室効果ガスである。地球のメタンの発生量のうち、12%が水田から発生しているとされている(図-2)。そのため、農業分野において水田からのメ

タン発生を低減することは重要である。

水田から発生するメタンは、収穫時にコンバインで裁断され、圃場に散布された稲わらが、翌年湛水し土壤に酸素のない状態で分解することで増加する。ちなみに、酸素のある状態で稲わらが分解すると二酸化炭素が発生するが、メタンよりも温室効果へのインパクトは小さいものになる。

そのため、収穫後できるだけ早く稲わらをすき込み、土壤と混合すると酸素のある状態で稲わらの分解が進むため、翌年のメタンの発生低減に有効である。また、稲わらの分解により翌年の浮きわらが減ることも期待される。

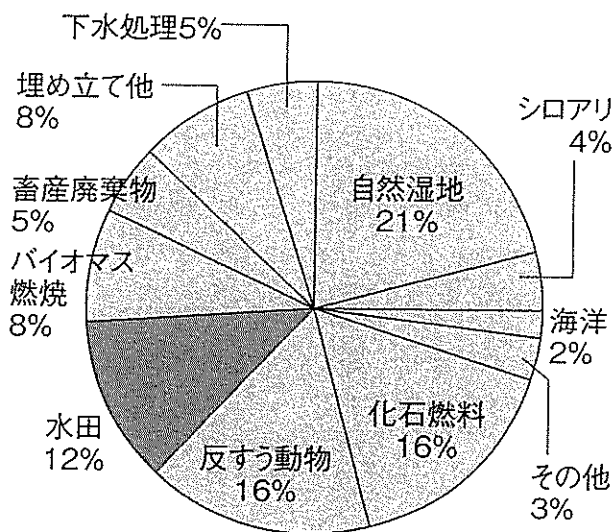
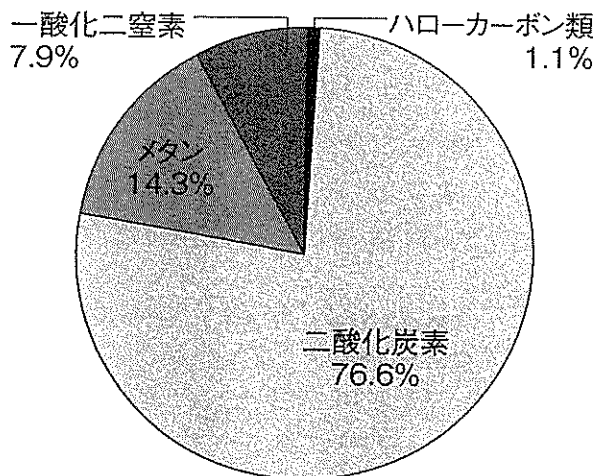


図-1 温室効果ガスの発生割合 (2004年)

図-2 メタンの発生割合 (1995年)

石灰窒素を用いた稲わらの腐熟

しかし、稲わらを秋にすき込むことができない場合もある。山形県のような積雪寒冷地では、秋に耕起を行い稲わらを土壌にすき込むと、雪や雨によって土壌の水分が高まり、やわらかくなる。このような場合は、翌春の機械作業が困難になることから、秋に耕起される割合はそれほど高くなく、水田面積の4%程度である。山形県では、水田面積の約8割で稲わらの秋散布、春耕起が行われているのが現状である(図-3)。

一方、稲わらの分解(腐熟)を進める方法として、石灰窒素の施用が挙げられる。

石灰窒素は、稲わらを堆肥化する際に添加したり、稲わらや麦わらを土壌にすき込む際に施用される場合がある。また、秋に耕起できない場合でも、圃場に散布された稲わらの表面に石灰窒素を散布すれば、翌春までに稲わらの分解を促進できることが知られている。

そこで、稲わらの秋散布、春すき込み水田において、秋季の石灰窒素施用が稲わら

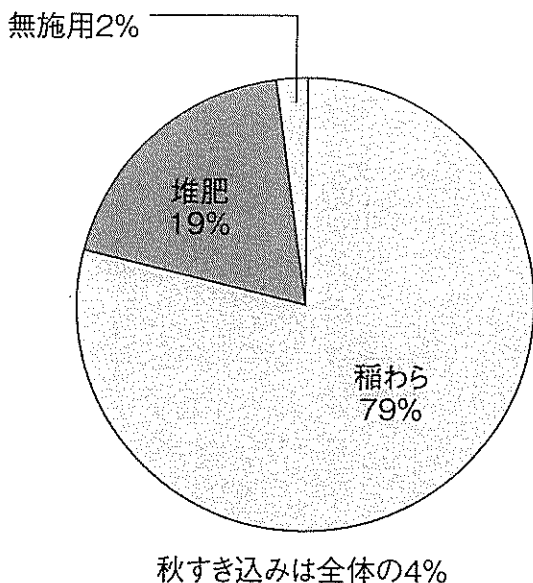


図-3 山形県の水田における有機物管理 (2011年)

の分解と翌年のメタン発生、水稻の生育・収量におよぼす影響を調査した。

メタン発生量を30%削減可能

試験は水稻品種「はえぬき」を用い、5月下旬に移植を行った。稲わら(600kg/10a)は前年秋の収穫時にコンバインで裁断し、地表に散布しておいた。石灰窒素区は前年の10月下旬に石灰窒素を20kg/10a(窒素成分で4kg)散布し、対照区は石灰窒素を散布しなかった。両試験区とも秋に耕起を行わず、稲わらは翌春にすき込んだ。翌年の水田から発生するメタンを採取している様子を写真-1に示した。メタンの採取は、底がない透明な箱(チャンバーという)を稲の上から被せ、中のガスをテドラバッグという袋に入れて行った。袋に入れたガスを実験室に持ち帰り、ガスクロマトグラフでメタンの濃度を分析した。

メタン発生の推移を図-4に示した。両区ともメタン発生量は移植後、徐々に増加していき、中干し前に最大となった。メタン発生量は中干しによって低下し、再び湛水してからは8月下旬にかけて増加した。測定期間を通じ石灰窒素区のメタン発生量

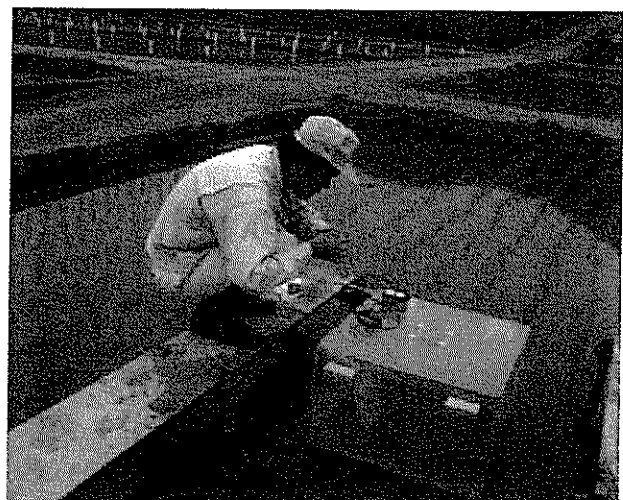


写真-1 メタン採取の様子

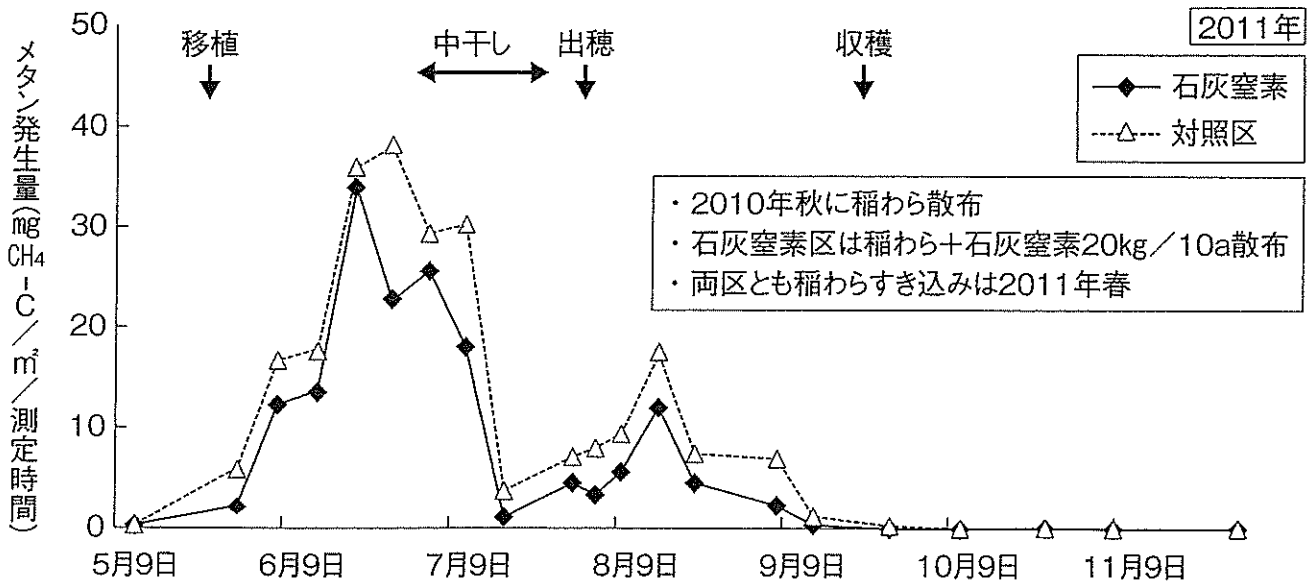


図-4 メタン発生の推移 (2011年)

は対照区に比べ低く推移した。測定期間中のメタン発生量の合計値を図-5に示した。石灰窒素区のメタン発生量合計値は対照区の69%となり、メタン発生量が31%削減された。試験は3カ年行っているが、いずれの年次も同様の結果であった。また、湛水していない時期や石灰窒素の施用直後には、温室効果ガスである一酸化二窒素の発生がみられたが、発生量はメタンに比べてごくわずかであった。

石灰窒素の稲わら分解促進効果

では、なぜ石灰窒素を前年の秋に施用するとメタンが減少するのだろうか？メーカーの資料によると「石灰窒素の有機物分解を促進させる作用として、石灰窒素に含まれる窒素により稲わらの炭素率（炭素と窒素の割合、C/N）を下げ、稲わらを分解する微生物を増殖させ、石灰の作用で微生物の活動に好適なpHである弱酸性から中性にする」とある。そこで、稲わらの分解率（重量%）を調べた結果が図-6である。試験では、一度風乾させた稲わらを10

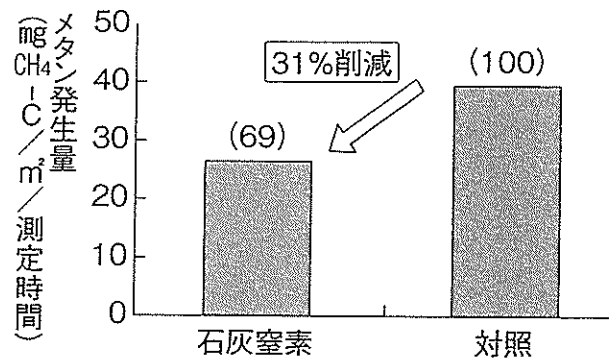
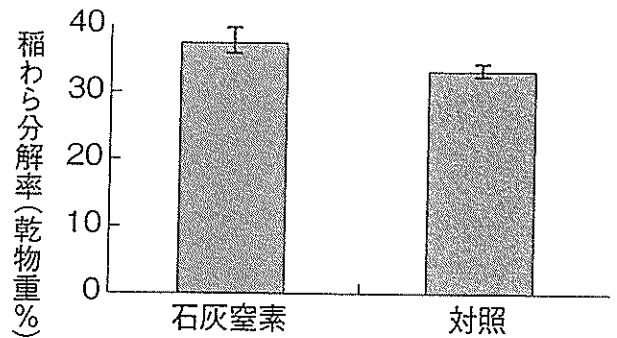


図-5 発生したメタン合計値 (2011年)



図中のバーはばらつき(標準誤差、n=3)を示す
図-6 稲わらの分解率

月下旬に圃場に設置し、翌年の4月に回収した。石灰窒素を施用することで稲わらの分解率は対照に比べて4ポイントほど上昇し、石灰窒素による稲わらの分解促進効果が認められた。そのため、圃場からのメタン発生量が減少したと考えられる。また、2011年4月に稲わらの炭素率を調査した

ところ、石灰窒素区では41.7、対照区で64.2となっており、石灰窒素区のほうが稲わらの炭素率が低下していた。

水稻の生育・収量への影響

一方、前年の秋に石灰窒素を施用した場合の水稻の生育・収量はどうなるのだろうか？表-1に生育経過を示した。石灰窒素区の草丈は対照区に比べ長い傾向で、6月30日から7月10日には4～5cm長くなった。成熟期の稈長の差は2cm程度であった。石灰窒素区の茎数は対照区より10～30%多く推移し、㎡当たり穂数は50本多くなった。6月～7月上旬の葉色（SPAD値）も、石灰窒素区のほうが1～3ポイント高く推移した。このように、石灰窒素の施用により生育量が大きくなっている。

精玄米収量と品質を表-2に示した。石灰窒素区では対照区に比べ収量が増加しており、玄米粗タンパク質含有率は同等であった。両区とも㎡当たり籾数が指標値の30,000～32,000粒より多い結果であり、特に、石灰窒素区では籾数が多くなったこと

から、精玄米粒数歩合や整粒歩合が低くなる傾向であった。試験を行った3ヵ年とも同様の傾向であった。この理由として、石灰窒素を秋に施用した場合、①春先の無機態窒素が増加する②一度稲わらに取り込まれた窒素が出穂期以降再び放出される③稲わらの生育阻害作用が解消される、などが考えられる。したがって、慣行と同量の窒素施肥では玄米品質への影響が懸念されるため、基肥などを減肥することも必要である。これらのことについては今後検討し、明らかにしていきたいと考えている。

石灰窒素の効果を活かした利用

これまで述べてきたように、石灰窒素は、稲わらを秋散布し春すき込む水田では、翌年のメタン発生量を減らし、温室効果ガス発生抑制に貢献できる資材である。一方、石灰窒素の施用により、翌年の水稻生育量は増加する。温暖化抑制と水稻生育改善の2つの目標をバランスよく、低コストで達成できるような利用法をめざすことが重要になると思う。

表-1 水稻の生育 (2011年)

区	草丈 (cm)					茎数 (本/㎡)					葉色 (SPAD)			
	6月 10日	6月 20日	6月 30日	7月 10日	成熟期 (稈長)	6月 10日	6月 20日	6月 30日	7月 10日	成熟期 (穂数)	6月 10日	6月 20日	6月 30日	7月 10日
石灰窒素	32.0	38.9	58.5	74.3	83.8	210	581	593	563	500	33.0	44.5	45.9	44.0
対照	30.4	36.4	54.4	69.0	82.1	188	440	515	499	451	30.9	41.4	43.2	43.0

表-2 水稻の収量・品質 (2011年)

区	収量		㎡当たり籾数 (×100粒/㎡)	精玄米粒数 歩合 (%)	玄米粗タンパク 質含有率 (%)	整粒歩合 (%)
	精玄米重 (kg/10a)	対照比				
石灰窒素	690	106	429	74	7.6	65
対照	651	100	389	76	7.6	66