

農業と科学

平成20年 5月 1日 (毎月 1日発行) 第597号
昭和31年10月 5日 第 3 種 郵便 物 認 可

〒112-0004 東京都文京区後楽1-7-12林友ビル
発行所 チッソ旭肥料株式会社

編集兼発行人: 中 村 信 幸
定価:1部70円

農業と科学

CHISSO-ASAHI FERTILIZER CO., LTD.

2008

5



The future of New farming

水稻の湛水土中直播栽培における 播種時期と省力施肥法

全農 福岡肥料農業事業所

技術主管 脇 本 賢 三

1. はじめに

日本の稲作農業は、農業従事者の高齢化や後継者不足により労働力が大幅に不足してきており、機械移植栽培技術もさらなる省力化が求められている。その対策として疎植栽培のような省力栽培技術や全量基肥施肥などの省力施肥技術の開発でこの苦境を乗り越えようとしている。特に緩効性窒素肥料を用いた全量基肥施肥法では単に施肥労力の大幅削減に止まらず、窒素肥料の効率的な吸収利用により、施肥量の削減や、環境への養分負荷を軽減することが可能である。全量基肥施肥法は、従来の速効性窒素肥料を用いたきめ細かい分施肥技術に比べると、必ずしも気象変動に充分対応できる施肥法とは言えないものの、その大幅な省力性の故に、生産現場ではかなりの面積で普及しているのが現状である。一方、近年直播による省力栽培にも注目が集まっている。直播栽培面積は移植栽培面積に比べればまだほんの点の段階に近い小面積導入ではあるが、地域によってはかなり

写真 1. ショットガン直播機による播種状況
(福岡県朝倉郡夜須町)



の面積で導入されているところもある。直播技術は大規模稲作のキーテクノロジーとして位置づけられており、今後の発展に大いに期待が持たれている。

ここでは直播のなかでもその安定性や広域適応性の高い湛水土中直播栽培を取り上げ、その一つ

本 号 の 内 容

| | |
|-----------------------------------|----|
| § 水稻の湛水土中直播栽培における播種時期と省力施肥法 | 1 |
| 全農 福岡肥料農業事業所 | |
| 技術主管 脇 本 賢 三 | |
| § 不耕起V溝直播栽培での施肥管理法 | 7 |
| 愛知県農業総合試験場 企画普及部 経営情報G | |
| 主任研究員 池 田 彰 弘 | |
| § 茶園における効率的な施肥方法 | 12 |
| 静岡県茶業試験場 | |
| 副 主 任 中 村 茂 和 | |
| (現在 静岡県畜産技術研究所 中小家畜研究センター) | |

である、打ち込み式代かき同時土中点播直播（通称「ショットガン直播」、以下この言葉を用いる）において、播種時期、品種及び窒素の省力施肥法との関係を検証した結果について述べる。

2. 方法

試験は九州沖縄農業研究センター水田作研究部（筑後）の場内圃場で行なったものである。播種は、九州沖縄農業研究センターで開発されたショットガン直播機（写真1）を用いて行なった。品種は、ヒノヒカリと良食味早生系統の「西海232号」及び直播適性の高い良食味系統の「西海238号」（現在のふくいずみ）を供試した。西海232号はヒノヒカリより約7日ほど出穂が早く、西海238号は約3日ほど早い系統である。供試窒素肥料は、硫安、LPコート50、LPコートSS100の三種類である。試験区として、硫安分施肥区とLP混合肥料の全量基肥施用区を設定して比較した。LP混合肥

料は、LP50の窒素を30%、LPSS100の窒素を70%含む緩効度100%の肥料である。窒素施用量は、硫安分施肥の場合は9kg/10a（基肥3kg+播種後20日2kg+穂肥Ⅰ2kg+穂肥Ⅱ2kg）、LP全基の場合は7.5kg（16.7%減肥）及び6.5kg/10a（27.8%減肥）とした。リン酸及びカリはPK化成を用い、いずれも6.5kg/10a施用した。播種量は乾燥籾重で約2.5kg/10aを用い、酸素発生剤（商品名：カルパー粉粒剤）を籾重量の2倍量用いて被覆したものを播種した。条間30cm、株間20cm、1株7～8粒播きとした。播種時期は6月2日、6月10日及び6月22日の三時期とした。

3. 結果

1) 生育, 収量

表1は茎数・穂数、有効茎歩合及び精玄米重について調査した結果である。また精玄米重のみ図1にも示した。

ア) 6月2日播種

最高分けつ期（以下最分期とする）の茎数をみると、ヒノヒカリでは硫安分施肥区に比べLP全基区で約20%少なく、西海系統では、7.5kg区はほぼ同等であったが6.5kg区で約10%少なかった。穂数をみると、ヒノヒカリでは硫安分施肥区に比べLP全基区で7%増となり、西海系統では処理間差が小さかった。精玄米重をみると、ヒノヒカリでは硫安分施肥区に比べLP全基区で約5%減となり、西海系統では処理間差が小さかった。品種間差を平均値で比べると、最分期茎数はヒノヒカリと西海232号の差はなく、西海238号はやや少なかった。穂数は、ヒノヒカリ>西海238号>西海232号の順となり、精玄米重は品種間で差がなかった。

イ) 6月10日播種

最分期の茎数をみると、ヒノヒカリでは硫安分施肥区に比べLP全基区で12～17%少なくなり、西海232号では4～7%少なくなり、西海238号ではLP全基7.7kg区はやや増加、6.5kg区は約10%減となった。穂数をみると、ヒ

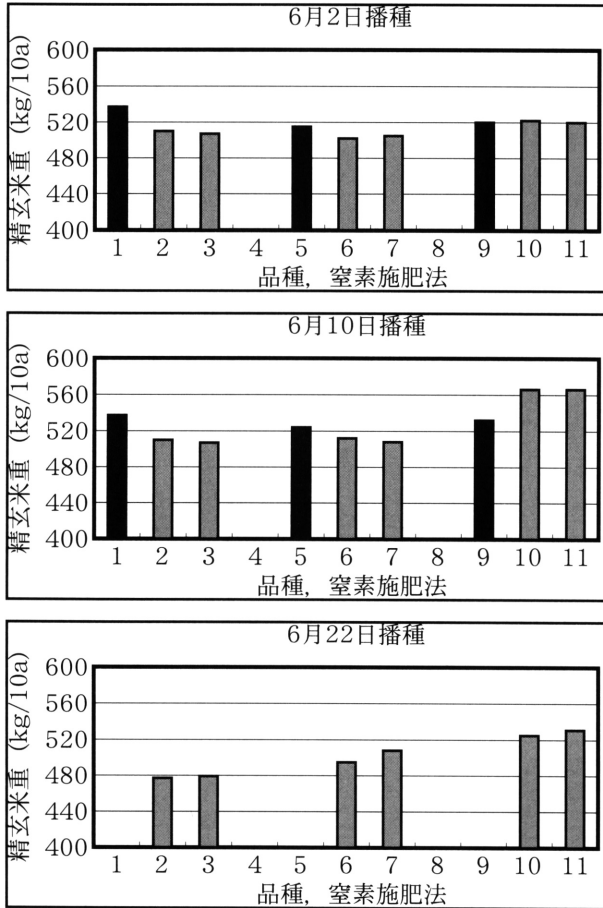
表1. 茎数・穂数, 有効茎歩合, 精玄米重

| 播種時期 | 品種 | 施肥法 | N施用量 kg/10a | 最分期 茎数 本/m ² | 成熟期 穂数 本/m ² | 有効茎 歩合 % | 精玄米重 kg/10a |
|-------|--------|-------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|
| 6月2日 | ヒノヒカリ | 硫安分施肥 | 9.0 | 934 (100) | 363 (100) | 38.9 | 537 (100) |
| | | LP全基 | 7.5 | 730 (78) | 389 (107) | 53.3 | 510 (95) |
| | | LP全基 | 6.5 | 745 (80) | 389 (107) | 52.2 | 507 (94) |
| | | 平均 | | 803 | 380 | 48.1 | 518 |
| | 西海232号 | 硫安分施肥 | 9.0 | 849 (100) | 322 (100) | 37.9 | 515 (100) |
| | | LP全基 | 7.5 | 818 (96) | 311 (97) | 38.0 | 502 (97) |
| | | LP全基 | 6.5 | 782 (92) | 322 (100) | 41.2 | 505 (98) |
| | | 平均 | | 816 | 318 | 39.0 | 507 |
| | 西海238号 | 硫安分施肥 | 9.0 | 797 (100) | 340 (100) | 42.7 | 520 (100) |
| | | LP全基 | 7.5 | 823 (103) | 345 (101) | 41.9 | 522 (100) |
| | | LP全基 | 6.5 | 722 (91) | 341 (100) | 47.2 | 520 (100) |
| | | 平均 | | 781 | 342 | 43.9 | 521 |
| 6月10日 | ヒノヒカリ | 硫安分施肥 | 9.0 | 693 (100) | 307 (100) | 48.0 | 537 (100) |
| | | LP全基 | 7.5 | 610 (88) | 326 (106) | 53.4 | 510 (95) |
| | | LP全基 | 6.5 | 574 (83) | 271 (88) | 47.2 | 507 (94) |
| | | 平均 | | 626 | 301 | 49.5 | 518 |
| | 西海232号 | 硫安分施肥 | 9.0 | 595 (100) | 329 (100) | 55.3 | 524 (100) |
| | | LP全基 | 7.5 | 551 (93) | 297 (90) | 53.9 | 512 (98) |
| | | LP全基 | 6.5 | 570 (96) | 291 (88) | 51.1 | 508 (97) |
| | | 平均 | | 572 | 306 | 53.4 | 515 |
| | 西海238号 | 硫安分施肥 | 9.0 | 641 (100) | 339 (100) | 38.9 | 532 (100) |
| | | LP全基 | 7.5 | 683 (107) | 296 (87) | 53.3 | 566 (106) |
| | | LP全基 | 6.5 | 585 (91) | 297 (88) | 52.2 | 566 (106) |
| | | 平均 | | 636 | 311 | 48.1 | 555 |
| 6月22日 | ヒノヒカリ | LP全基 | 7.5 | 433 (100) | 333 (100) | 76.9 | 477 (100) |
| | | LP全基 | 6.5 | 433 (100) | 287 (86) | 66.3 | 479 (100) |
| | | 平均 | | 433 | 310 | 71.6 | 478 |
| | 西海232号 | LP全基 | 7.5 | 517 (100) | 316 (100) | 59.6 | 495 (100) |
| | | LP全基 | 6.5 | 555 (107) | 327 (103) | 57.7 | 508 (103) |
| | | 平均 | | 536 | 322 | 58.7 | 502 |
| | 西海238号 | LP全基 | 7.5 | 548 (100) | 293 (100) | 53.5 | 525 (100) |
| | | LP全基 | 6.5 | 555 (101) | 300 (102) | 54.0 | 531 (101) |
| | | 平均 | | 552 | 297 | 53.8 | 528 |

注) 括弧内の数値は指数を表す。

図 1. 時期別の精玄米重と窒素施肥法

1~3:ヒノヒカリ, 5~7:西海232号, 9~11:西海238号
 No 1, 5, 9: 硫安分施肥, No 2, 6, 10: LP7.5,
 No 3, 7, 11: LP6.5 (硫安分施肥区はなし)



ノヒカリでは硫安分施肥区に比べLP7.5kg区でやや増, LP6.5kg区で約10%減となり, 西海232号は硫安分施肥区に比べLP全基区でいずれも約10%減となった。精玄米重をみると, ヒノヒカリ及び西海232号では硫安分施肥区に比べLP全基区でやや減収, 西海238号ではやや増収した。品種間差を平均値で比べると, 最分期茎数はヒノヒカリと西海238号はほぼ同等, 西海232号は約10%少なかった。穂数は品種間で差はなかった。精玄米重はヒノヒカリと西海232号との差はなく, 西海238号はこれらより約7%増収した。

ウ) 6月22日播種

最分期の茎数をみると, ヒノヒカリ及び西海238号では窒素施用量間で差がなく, 西海232号では6.5kgが多かった。穂数はヒノヒカリの場合6.5kg区が14%減となり, 西海系統では処理間差

が小さかった。精玄米重はいずれの品種も施用量間で差がなかった。品種間差を平均値で比べると, 最分期の茎数は西海系統がヒノヒカリより約25%程度多く, 穂数は品種間差が小さく, 精玄米重はヒノヒカリに比べ西海238号が10%増, 西海232号が5%増となった。

エ) 播種時期が精玄米重に及ぼす影響

LP全基7.5kg区の精玄米重を時期別にみると, ヒノヒカリでは6月2日播種に対し6月10日播種で同等, 6月22日播種で6%減となった。西海232号では時期による違いは小さかった。西海238号では6月2日播種に対し6月10日播種で8%増, 6月22日播種で同等となった。同様に6.5kg区についてみると, 7.5kg区の場合と同様の傾向となった。

2) 窒素吸収

表2は玄米窒素含有率, 窒素吸収量及び吸収窒素の玄米生産効率を測定した結果である。

ア) 玄米窒素含有率

6月2日播種の場合, いずれの品種も硫安分施肥に比べLP全基7.5kg区でやや低く, 6.5kg区ではほぼ同等であった。6月10日播種の場合, いずれの品種でも窒素施用量間で差が小さかった。6月22日播種の場合, いずれの品種も7.5kg区に比べ6.5kg区で5~10%低かった。LP全基7.5kg区の含有率を時期別に比べると, どの品種も6月2日播種に比べ6月10日播種でやや低く, 6月22日播種でやや高い傾向がみられた。

イ) 成熟期窒素吸収量

6月2日播種では, いずれの品種も分施肥区がLP全基区より多かった。LP全基区では窒素施用量間で大きな違いはなかった。品種間で比べると, ヒノヒカリと西海232号は同等となり, 西海238号はそれらより多かった。6月10日播種では, ヒノヒカリ及び西海232号とも硫安分施肥区とLP全基7.5kg区はほぼ同等となり, 西海238号の場合はLP全基区が硫安分施肥区より多かった。品種間で比べると, 西海238号>西海232号>ヒノヒカリの順となった。6月22日播種では, 7.5kg区に比べ6.5kg区ではいずれの品種でも吸収量が10~15%程度少なかった。西海238号はヒノヒカリに比べ, 6月2日播種で7%増, 6月10日播種で9%

増、6月22日播種で15%増となり、ヒノヒカリに比べ窒素吸収力が大きいこと、特に晩播で大きいことが分かった。

3) 食味

表3は食味等、品質を調査した結果である。味度値で比べると、6月2日播種では窒素施用量間及び施肥法間で大きな違いはみられなかった。官能試験の総合値で比べると、品種により多少異なるが、硫安分施肥区に比べLP全基7.5kg区はやや低く、食味がやや劣り、6.5kg区は他よりやや優る傾向がみられた。6月22日播種の味度値は、どの品種においても窒素施用量の少ない6.5kg区が7.5kg区より優った。西海238号が他二区よりやや劣った。また、6月22日播種の味度値は6月2日播種のものよりいずれの品種でも低かった。

4) 耐倒伏性

表4は倒伏性関連形質を測定した結果である。6月2日では、押倒抵抗には処理間で大きな違いはなかったが、地上部モーメントは硫安分施肥区がLP全基区より大きい傾向がみられた。その結果、倒伏指数は硫安分施肥区がLP全基区より大きくなり、倒伏のし易さの程度が増加した。6月10日の押倒抵抗では、ヒノヒカリの場合、硫安分施肥区>LP全基区となり、西海232号では大きな差がなく、西海238号では硫安分施肥区に比べLP全基6.5kg区では顕著に増加した。地上部モーメントは硫安分施肥区に比べLP全基6.5kg区がやや大きかった。倒伏指数には大きな違いがなかった。6月22日播種は6月2日播種に比べいずれの品種でも倒伏指数が小さく、倒伏の危険性の少ない稲姿となった。6月10日の稈の挫折抵抗測定結果をみると、いずれの品種も硫安分施肥区はLP全基7.5kg区より大きく、6.5kg区より小さかった。品種間差を

表2. 玄米窒素含有率, 窒素吸収量, 窒素の玄米生産効率

| 播種時期 | 品種 | 施肥法 | N施用量 kg/10a | 玄米窒素 含有率 % | 成熟期N 吸収量 kg/10a | 吸収Nの 玄米生産効率 % |
|-------|--------|------|----------------|------------------|-----------------------|---------------------|
| 6月2日 | ヒノヒカリ | 硫安分施 | 9.0 | 1.43 | 12.94 (100) | 41.5 |
| | | LP全基 | 7.5 | 1.37 | 10.54 (81) | 48.4 |
| | | LP全基 | 6.5 | 1.44 | 10.68 (83) | 47.5 |
| | | 平均 | | 1.41 | 11.39 | 45.8 |
| | 西海232号 | 硫安分施 | 9.0 | 1.39 | 12.53 (100) | 41.1 |
| | | LP全基 | 7.5 | 1.33 | 10.99 (88) | 45.7 |
| | | LP全基 | 6.5 | 1.39 | 10.85 (87) | 46.5 |
| | | 平均 | | 1.37 | 11.46 | 44.4 |
| | 西海238号 | 硫安分施 | 9.0 | 1.49 | 12.64 (100) | 41.1 |
| LP全基 | | 7.5 | 1.36 | 12.43 (98) | 40.5 | |
| LP全基 | | 6.5 | 1.39 | 11.52 (91) | 45.1 | |
| | 平均 | | 1.41 | 12.20 | 42.2 | |
| 6月10日 | ヒノヒカリ | 硫安分施 | 9.0 | 1.27 | 9.44 (100) | 56.9 |
| | | LP全基 | 7.5 | 1.31 | 10.03 (106) | 50.8 |
| | | LP全基 | 6.5 | 1.29 | 8.36 (89) | 60.6 |
| | | 平均 | | 1.29 | 9.28 | 56.1 |
| | 西海232号 | 硫安分施 | 9.0 | 1.27 | 10.12 (100) | 51.8 |
| | | LP全基 | 7.5 | 1.31 | 10.17 (100) | 50.3 |
| | | LP全基 | 6.5 | 1.26 | 9.00 (89) | 56.0 |
| | | 平均 | | 1.28 | 9.76 | 52.7 |
| | 西海238号 | 硫安分施 | 9.0 | 1.19 | 9.41 (100) | 56.5 |
| LP全基 | | 7.5 | 1.26 | 10.40 (111) | 54.4 | |
| LP全基 | | 6.5 | 1.25 | 10.55 (112) | 53.6 | |
| | 平均 | | 1.23 | 10.12 | 54.8 | |
| 6月22日 | ヒノヒカリ | LP全基 | 7.5 | 1.41 | 12.32 (100) | 38.7 |
| | | LP全基 | 6.5 | 1.34 | 10.22 (83) | 46.9 |
| | | 平均 | | 1.38 | 11.27 | 42.8 |
| | 西海232号 | LP全基 | 7.5 | 1.49 | 12.65 (100) | 39.1 |
| | | LP全基 | 6.5 | 1.33 | 11.44 (90) | 44.4 |
| | | 平均 | | 1.41 | 12.05 | 41.8 |
| | 西海238号 | LP全基 | 7.5 | 1.43 | 14.03 (100) | 37.4 |
| | | LP全基 | 6.5 | 1.29 | 11.78 (84) | 45.1 |
| | | 平均 | | 1.36 | 12.91 | 41.3 |

注 1) 括弧内の数値は指数を表す。2) 吸収窒素の玄米生産効率: 玄米重/N吸収量

表3. 粒厚, 食味

| 播種時期 | 品種 | 施肥法 | N施用量 kg/10a | 粒厚割合 2.0mm< % | 玄米窒素 含有率 % | 味度値 点 | 官能試験 総合値 |
|-------|--------|------|----------------|---------------------|------------------|----------|-------------|
| 6月2日 | ヒノヒカリ | 硫安分施 | 9.0 | 78 | 1.43 | 73.3 | -0.040 |
| | | LP全基 | 7.5 | 81 | 1.37 | 74.9 | 0.028 |
| | | LP全基 | 6.5 | 77 | 1.44 | 76.7 | 0.381 |
| | | 平均 | | 79 | 1.41 | 75.0 | |
| | 西海232号 | 硫安分施 | 9.0 | 68 | 1.39 | 76.8 | 0.083 |
| | | LP全基 | 7.5 | 63 | 1.33 | 77.3 | -0.003 |
| | | LP全基 | 6.5 | 66 | 1.39 | 77.0 | 0.083 |
| | | 平均 | | 66 | 1.37 | 77.0 | |
| | 西海238号 | 硫安分施 | 9.0 | 81 | 1.49 | 70.4 | -0.274 |
| LP全基 | | 7.5 | 84 | 1.36 | 73.6 | -0.370 | |
| LP全基 | | 6.5 | 80 | 1.39 | 73.8 | -0.052 | |
| | 平均 | | 82 | 1.41 | 72.6 | | |
| 6月22日 | ヒノヒカリ | LP全基 | 7.5 | 43 | 1.41 | 67.2 | - |
| | | LP全基 | 6.5 | 57 | 1.34 | 71.4 | - |
| | | 平均 | | 50 | 1.38 | 69.3 | |
| | 西海232号 | LP全基 | 7.5 | 51 | 1.49 | 67.8 | - |
| | | LP全基 | 6.5 | 62 | 1.33 | 70.9 | - |
| | | 平均 | | 57 | 1.41 | 69.4 | |
| | 西海238号 | LP全基 | 7.5 | 70 | 1.43 | 66.0 | - |
| | | LP全基 | 6.5 | 72 | 1.29 | 69.2 | - |
| | | 平均 | | 71 | 1.36 | 67.6 | |

注 1) 味度値: 東洋精米機製作所「味度メーカー」使用。
2) 官能試験: ヒノヒカリの移植栽培のものを基準値0.000とした。これより高いものは食味が優る。

みると、西海238号>ヒノヒカリ>西海232号>の順であった。

4. 考察

1) 直播適性品種

湛水直播では出芽性の良い品種が苗立ち数確保に有利であり、また耐倒伏性の大きい品種が安定生産には必須である。特に九州地域では登熟期に台風に見舞われることが多いため、この耐倒伏性の大きいことは極めて重要な形質である。ここで供試した西海238号(現在のふくいずみ)は上記の特性を備えている品種である。この品種の特性は、ヒノヒカリに比べて窒素の吸収力が大きいこと、窒素の少ない条件でも吸収力が大きく、その結果減肥しても玄米収量の低下が少ないこと、第4節間の挫折抵抗性が大きく、特に窒素の少ない条件でその増加率が大きくなるため、耐倒伏性が顕著に増加することなどが挙げられる。西海238号は特に九州地域での直播用品種として適性が高いと考えられる。また、米の流通性を考えると、コシヒカリやヒノヒカリ並みの食味が求められる。西海238号の食味官能試験の結果をみると、ヒノヒカリよりやや劣る傾向がみられるが、良食味品種といえる。

2) 肥効調節型窒素肥料の全量基肥施肥技術

西海238号に対する全量基肥施肥法では、LPコート窒素混合率が100%の混合肥料(LP50の窒素を30%、LPSS100の窒素を70%含む)を用いることで、硫酸分施の場合の窒素施用量の約30%減肥でもほぼ同等の玄米収量を確保できるものと考えられる。移植では窒素の効率的施肥法として側条施肥が普及しているが、ここで採用した施肥法は播種時に全面全層施用する方法を採用した。その理由は、ショットガン直播栽培技術では代かき土壌硬度が小さいため、施肥溝を切ってその部分に局所施肥する方法がとれなかったためである。全面全層施肥では、初期の生育は緩慢であるが、窒素を減肥したとき後期まで窒素肥効を持続させやすいため、初期生育を確保しやすい暖地の施肥

表4. 耐倒伏性関連形質

| 播種時期 | 品種 | 施肥法 | N施用量 kg/10a | 押倒抵抗 g/本 | 地上部 モーメント | 倒伏指数 | 挫折重 g/本 |
|-------|--------|------|----------------|-------------|--------------|------|------------|
| 6月2日 | ヒノヒカリ | 硫酸分施 | 9.0 | 87 | 1052 | 0.81 | — |
| | | LP全基 | 7.5 | 83 | 867 | 0.70 | — |
| | | LP全基 | 6.5 | 75 | 878 | 0.78 | — |
| | | 平均 | | 82 | 932 | 0.76 | |
| | 西海232号 | 硫酸分施 | 9.0 | 63 | 922 | 0.98 | — |
| | | LP全基 | 7.5 | 83 | 943 | 0.76 | — |
| | | LP全基 | 6.5 | 79 | 980 | 0.82 | — |
| | | 平均 | | 75 | 948 | 0.85 | |
| | 西海238号 | 硫酸分施 | 9.0 | 87 | 1033 | 0.79 | — |
| | | LP全基 | 7.5 | 85 | 925 | 0.72 | — |
| | | LP全基 | 6.5 | 92 | 909 | 0.66 | — |
| | | 平均 | | 88 | 956 | 0.72 | |
| 6月10日 | ヒノヒカリ | 硫酸分施 | 9.0 | 107 | 765 | 0.50 | 582 (100) |
| | | LP全基 | 7.5 | 91 | 841 | 0.62 | 533 (92) |
| | | LP全基 | 6.5 | 90 | 807 | 0.60 | 757 (130) |
| | | 平均 | | 96 | 804 | 0.57 | 624 |
| | 西海232号 | 硫酸分施 | 9.0 | 80 | 743 | 0.62 | 586 (101) |
| | | LP全基 | 7.5 | 96 | 723 | 0.73 | 516 (89) |
| | | LP全基 | 6.5 | 77 | 820 | 0.71 | 634 (109) |
| | | 平均 | | 84 | 762 | 0.69 | 579 |
| | 西海238号 | 硫酸分施 | 9.0 | 75 | 763 | 0.68 | 582 (100) |
| | | LP全基 | 7.5 | 80 | 828 | 0.69 | 563 (97) |
| | | LP全基 | 6.5 | 123 | 942 | 0.51 | 837 (144) |
| | | 平均 | | 93 | 844 | 0.63 | 661 |

- 注1) 押倒抵抗：富樫・吉永・下坪式押倒抵抗測定器使用。値の大きい方が耐倒伏性が大きい。
 2) 地上部モーメント：稈長×地上部新鮮物重。大きい方が耐倒伏性が小さい。
 3) 倒伏指数：地上部モーメント/(押倒抵抗×15)。大きい方が耐倒伏性が小さい。値が1.00に近づくとも倒伏しやすくなる。9月中旬の稲体について測定した。
 4) 挫折重：上から第4番目の節間の茎の荷重抵抗を測定。大きい方が倒れにくい。出穂後11日目の稲体について測定した。
 5) 挫折重の括弧内の数値は指数を示す。

技術としては適切であると判断した。一方、省力性の大きい播種同時施肥の要望に対して、施肥機の装着などを省略した播種同時施肥技術(種子ホッパーの片側半分肥料を入れ打ち込み施肥する)を試験した結果、全面全層施肥に比べ初期生育が加速され、初期の生育が過剰傾向となった。収量調査の結果では特に減収にはならなかったものの、肥料が表層付近にあるため藻が生えやすいことや、上根が多くなりやすいこと、初期生育が旺盛になりやすいことなどの稲の生育状況から考えると、暖地の平坦地水田では播種同時打ち込み施肥は不向きであると考えた。したがって、本直播の施肥技術として、代かき前に肥料を全面全層施肥する方法が良いと判断した。

3) 播種時期

収量、品質ともに向上させるための播種時期は6月10日前後が良いことが分かった。しかし、稲・小麦二毛作体系の場合、気象条件によっては小麦の収穫時期が遅れ、そのため水稻の播種が遅れる場合も出てくる。6月22日播種はそれを検証す

るために行なったものである。ヒノヒカリでは6月22日の遅播きで収量低下が大きくなるが、西海238号は収量低下が小さかった。このように西海238号の導入は、二毛作体系での作期競合を解消する上でも有利に働くものと考えられる。

4) スクミリングガイ防除と窒素施肥法

暖地の湛水直播にとってスクミリングガイ（以下貝と略記）は大敵である。湛水直播の苗は移植の箱苗よりも茎葉が軟らかいため、貝による被害程度は大きくなる。これを防ぐには、水稻－大豆－水稻というように水稻作の間に1作大豆栽培を挟むと被害は激減する。それは大豆跡では圃場内の越冬貝密度が大きく減少するからである。

大豆跡では土壌からの窒素供給量が向上するため、水稻の初期生育が促進され、基肥の施肥窒素が少なくても生育は充分確保できる。従って、上記の混合肥料の窒素施用量を減肥できるものと思われる。

水稻－大豆－水稻の輪作体系が組めない場合は、貝による被害が甚大となる。その場合は、落水処理や薬剤散布に頼るのが省力的な防除法となる。ただし落水処理は雨量の多い梅雨時期には効果が不充分となりやすい。また使用できる農薬はいくつかあるが、殺貝効果が充分得られない場合もある。

石灰窒素は殺貝効果が高い。代かき後に湛水状態とし、土中の貝を表面水中に移動させ、その表面水中に窒素量4～5kg/10a相当量の石灰窒素を散布して1～2日放置すれば、圃場内の大部分の貝を死滅させることができる。その後酸素発生剤被覆粉を代かき同時播種すれば、土壌混和時点から石灰窒素由来のシアナミドの分解が促進され、打ち込まれた被覆種子の発芽に悪影響を与えない濃度となり、その結果通常の出芽率（60～70%）

を確保できる。基肥窒素はこの石灰窒素で代用が可能であり、石灰窒素施用時に窒素量4～5kg/10aに相当するLPSS100を基肥時に施用しておけば、追肥を省略した省力施肥も可能である（データ省略）。

5. おわりに

ショットガン直播栽培は機械移植栽培に比べ極めて省力的である。まず直播に共通の事項であるが、育苗や苗の運搬をしなくてよいことである。これ以外にショットガン直播では、施肥→代かき→播種までの一連の作業を1日で完結させることができる方式であるため、天候に左右されにくく、計画的に播種作業ができる。また農家所有の農地が一箇所にかたまっていない場合でも、種子を搭載したトラクターに乗って速やかに離れた圃場まで移動して行くことができるため、作業時間が少なくてすむ。これらの特長は他に類を見ない作業能率の高い方式である。さらに、点播方式としていることで、移植水稻に近い株が形成され、条播に比べ耐倒伏性が大きくなることも、大きな特長である。

これまでの湛水直播では苗立ち数の確保に問題が多かった。現在この問題は、酸素発生剤で被覆した粉の使用と播種後の落水管理技術により解消された。しかし、移植栽培に比べ雑草防除面ではやや細かい注意が必要と思われる。施肥については、被覆尿素を主体とする緩効度の高い混合肥料の全面全層施肥が省力的であり、かつ効果の高い技術である。このように本直播技術は品種、播種技術、施肥技術、防除技術など、いずれも完成度が高い段階にきている技術と考える。今後栽培面積を拡大させるには、水利用や集団化など、本技術が定着するのに必要な条件の整備が急務であろう。

不耕起V溝直播栽培での施肥管理法

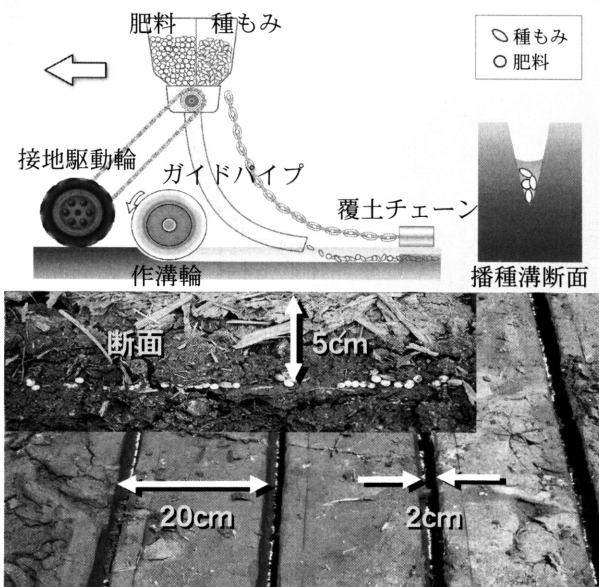
愛知県農業総合試験場 企画普及部 経営情報G

主任研究員 池田 彰 弘

はじめに

愛知県における水稲直播栽培への取り組みは、1970年代から行われてきた。しかし、①気象条件により播種作業が左右され易い、②出芽が不安定で安定した苗立が得られない、③倒伏による収量低下が移植栽培より甚だしい、④移植栽培に比べ施肥体系が煩雑になる等の多くの問題が指摘され、普及することはなかった。

図1. V溝直播機の施肥・播種方式



その後、ガット・ウルグアイラウンド合意、新食糧法の施行などを受けて、米価の低迷・下落が急速に進み、経営規模の拡大や省力化による収益増が見込める安定した直播栽培体系が大規模な営農組織や専業農家から一層望まれるようになった。そこで、当試験場ではこれら要望に応える新しい水稲栽培技術として、不耕起V溝直播栽培(以下V溝直播)の開発に取り組んだ。1989年にはV溝直播機が完成し、栽培の安定化に向けた検討を進めた後、1994年より現地実証試験を開始した。現地で起こる様々な問題に対応しつつ、技術に磨きをかけ、播種溝施肥による全量基肥技術の開発(1995年)、播種機及び専用全量基肥肥料の市販化(1998~1999年)等をへて、完成度を高めてきた。

本稿では、V溝直播技術の概略を説明するとともに、その施肥管理法を紹介する。

1. 播種・施肥機構

開発したV溝直播機は図1のようにロータリーの耕うん軸を、作溝輪(鈎付きのそろばん玉状の円盤)を20cm間隔に配置した軸と付け替え、さらに種子及び肥料の繰り出し装置を搭載した非常に簡単な構造になっている。施肥方式は、作溝輪によって開けられたV溝内に種もみと同時に肥料を施用する播種溝条施方式である。

覆土は播種溝を覆土用の分銅付き鎖が追従しながら播種溝上縁部を削り取って行うが、土壤水分が高い場合、不十分になることがある。

本栽培は10~2月に代かき等による整地を行い、十分な土壤硬度を持ったほ場を用いるため、約6 km/hの高速で播種・施肥作業ができる。なお、用水確保が難しく冬季代かきができない場合には、浅耕鎮圧等による整地作業で代替が可能である。しかし、播種時に十分な土壤硬度を確保で

きていないと、綺麗なV溝ができないため、播種精度が劣り、鳥害を受けることになる。

2. 生育の特徴

V溝直播では播種深度が5cmと深く、また土壌が硬く維持されるため、土壌による株支持力が大きく、コシヒカリでも倒伏し難い。播種適期の早限は品種に関わらず4月上旬であるが、播種量をやや増やすことにより2月下旬まで前進できる。一方、晩限は品種で異なり、極早生品種(コシヒカリなど)では5月上旬、早生品種(祭り晴など)では5月中旬、中生品種(あいちのかおりなど)では5月下旬で、4月下旬播種の場合、15日程度で出芽する。茎数増加は緩慢で、秋まさり的な生育経過をたどるため、肥効の中断をさせず持続的に窒素を供給し、有効茎歩合を高める施肥管理が収量安定に有効である。

3. 使用する肥料

生育に必要な窒素全量をV溝内に施用するので、種子は多量の肥料と接触する。このため、硫酸など速効性肥料を用いると出芽障害が発生するが、LP肥料に代表される被覆尿素肥料を用いれば問題はない。しかし、初期生育確保などを優先させて溶出抑制期間のないリニアタイプ肥料を多く使用すると、タイプによっては希に出芽率の低下が認められる場合がある。

愛知県の場合、品種毎の吸収特性、栽培時期の地温動向及び肥料の溶出パターン等を考慮して配合比を決定した後、現場での実証評価を受けた3銘柄が専用肥料として市販されている。なお、専

用肥料はLP肥料のみのブレンド肥料であり、基肥・追肥を想定したりニアタイプ(LP70, LP100, LP140)と穂肥に相当するシグモイドタイプ(LPS80, LPSS100)を品種に応じ、40:60~50:50%で配合している。

コシヒカリ用肥料(商品名:乾田直播くん早生用)の場合、図2に示したように、入水頃から窒素溶出量が増加し、幼穂形成期頃で約40~50%程度、出穂期で約80%程度、成熟期で約95%程度が供給される。なお、2月下旬の播種での肥効は若干前倒しとなるが、生育を大きく乱すほどの大きな違いは認められない。

供給パターンは水稻の生育相に合致するため、肥料の窒素利用率は非常に高く、V溝直播以前に本県で指導されてきた乾田直播栽培における表層

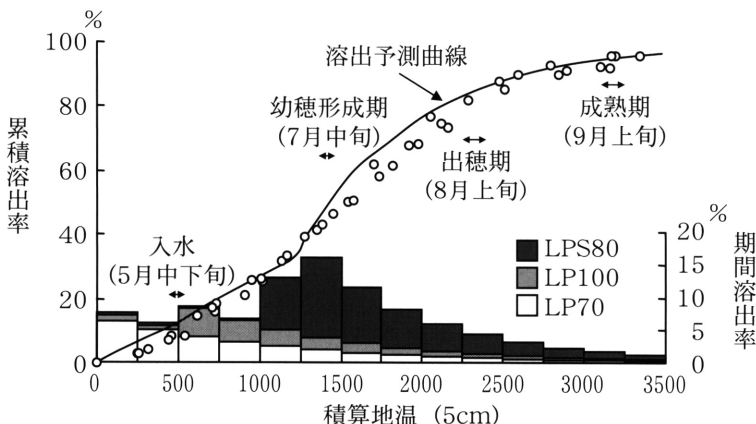
表1. V溝直播での施肥法が収量に与える影響

| 年度 | 試験区(施肥量) | 精玄米重 kg/10a | 窒素 吸収量 kg/10a | 施肥窒素 利用率 % |
|------|-----------------|----------------|---------------------|------------------|
| 1996 | 分施(11kgN/10a) | 445 | 10.8 | 56 |
| | 播種溝施肥(8kgN/10a) | 469 | 11.4 | 85 |
| | 無肥料 | 191 | 4.7 | - |
| 1997 | 分施(13kgN/10a) | 442 | 10.0 | 36 |
| | 播種溝施肥(8kgN/10a) | 557 | 12.9 | 95 |
| | 無肥料 | 293 | 5.3 | - |
| 1998 | 分施(11kgN/10a) | 448 | 9.6 | 32 |
| | 播種溝施肥(8kgN/10a) | 578 | 11.3 | 68 |
| | 無肥料 | 348 | 6.1 | - |

注) 施肥窒素利用率は、無肥料の吸収量との差を施用量で除した。

図2. LP配合肥料からの窒素供給

注) 播種・施肥は3月下旬から4月中旬。



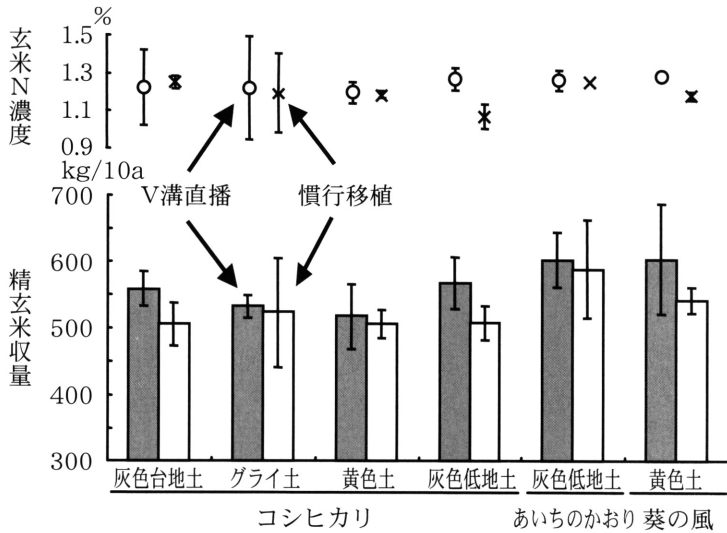
分施体系に比較し、少ない施用量で安定した収量を確保できた(表1)。

本施肥法は、LP肥料の単独施用を前提としている。現在までのところ、連作したほ場でも問題は起こっていないが、定期的に土壌診断を実施し、不足したりん酸および加里成分の補給をすることが栽培の安定度を高めるうえで重要である。

4. 施肥量の決定

実証当初に県内各地で施肥量試験を行ったが、いずれの土壌タイプとも

図3. V溝直播での収量性 (1997~98)



8~10kgN/10aの施肥量で、倒伏することなく、近接した移植田と同等以上の収量・品質が確保できた(図3)。

しかし、より合理的な施肥を実現させるには、土壌から供給される窒素発現量を正確に把握して施肥量を決定することが重要となる。

そこで、冬季代かき田での土壌窒素発現パターンを住田らによって提示された「未攪乱土壌培養法」を用い、主要導入は場について検討した。

培養試験結果を反応速度論的モデルにより解析したところ、土壌タイプに関わらず $E_a = 28790 \text{ cal/mol}$, $K = 1.67 \times 10^{-3} \text{ day}^{-1}$ を定数とする単純型反応モデル式で、窒素発現推定量を予測することができた(図4)。

また、得られたモデル式から予測される土壌発現窒素量は、図5に示したように無肥料栽培したV溝直播水稻の窒素吸収量とほぼ近似した。さらに、V溝施肥体系でも配合肥料との窒素供給量の和が吸収量と概ね等しくなり、未攪乱土壌培養法が、V溝直播での施肥診断法になり得ることが明らかとなった。

ところで、本県の移植栽培では土壌の発現窒素予測に基づく施肥診断プログラムが実用化されており、現場での

施肥指導に広く用いられている。本手法は、土壌の全窒素及び湛水静置培養法による培養窒素含量を変数とした反応速度式により導き出される発現窒素から吸収量を推定し、その値と目標収量を得るための最適窒素吸収量との差を施肥窒素として供給する考え方に基づいている。

この手法は、前述した未攪乱培養法に基づく評価より簡便であるため、V溝直播に応用できるか否かを検討したところ、無肥料栽培したV溝直播水稻の窒素吸収量は、この手法により推定された値より20~40%小さくなる傾向が認められた。

不耕起栽培で土壌発現窒素が少なくなることは既に多くの報告があり、実測値が推定値に比較して小さくなった原因は、V溝直播田においても土壌からの窒素供給量が移植田に比べ少なくなることに起因すると推察した。

図4. 冬季代かき田の窒素無機化特性

$$N = N_0 \times [1 - \exp(-1.67 \times 10^{-3} \cdot t)] + A$$

N: 積算土壌窒素発現量 (mg/100g)
 N_0, A : 土壌特性値 (土壌毎の変温培養により決定)
 t : 25°C変換日数 = $\sum \exp(28790 \times (T - 298) / 592T)$
 T : 日平均地温 (K)

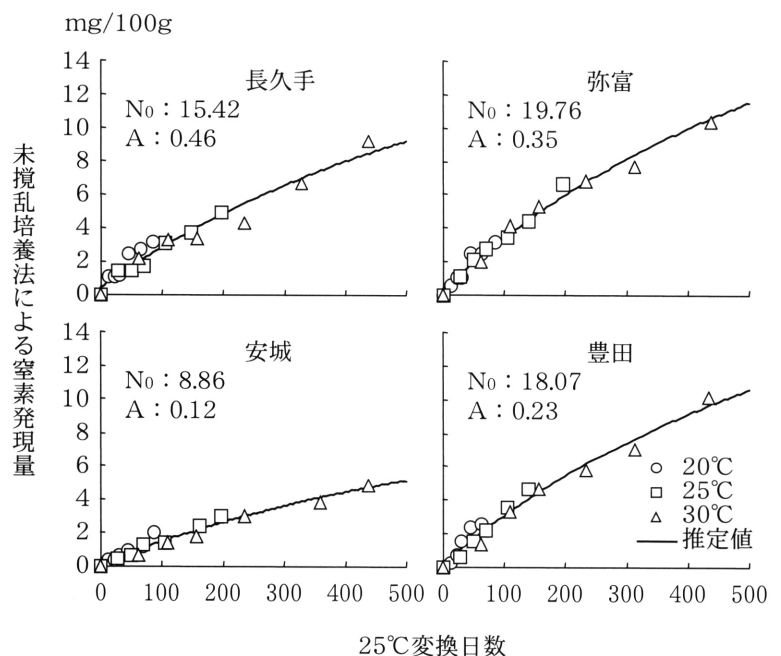
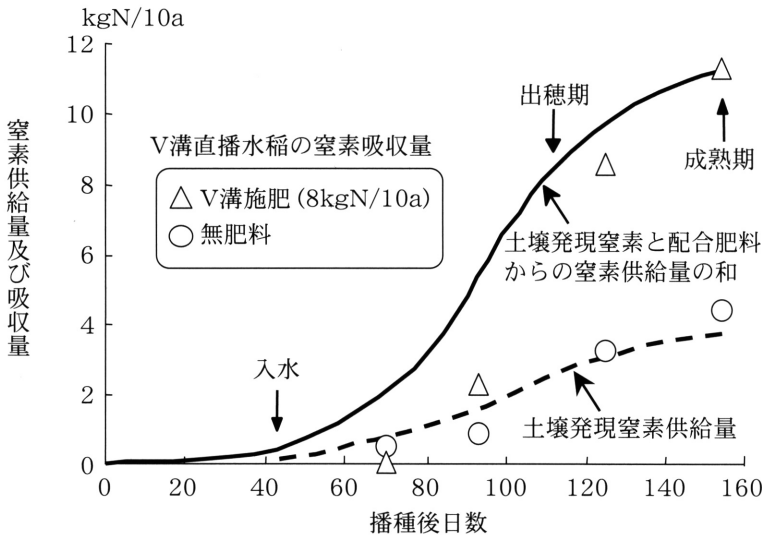


図5. 土壌発現窒素推定式の適応性



そこで、これらの試験結果を基に移植用施肥診断プログラムを修正し、地力の異なる現地コシヒカリV溝直播ほ場の適正な施肥量を診断し、適応性を検討することにした。診断値を基に実証試験を行ったが、診断量が1kgNを下回ったAほ場では、穂肥時期の窒素供給量不足が懸念された

ため、増肥することにした。

収穫時の調査では、表2に示したように全ての実証田において目標収量540kg/10a、玄米窒素1.3%以下の水準を概ね達成するとともに実測した窒素吸収量が予測値とほぼ一致した。

診断に必要な全窒素及び培養窒素含量は、現場で比較的頻繁に分析されている土壌診断項目であり、本手法は未攪乱培養法に比べて簡易な施肥診断法として適応できることが示された。

現在、現地での施肥量決定をより容易にするために、品種毎の標準的な特性値を加味した施肥早見表を作成し、施肥指導を行っている。表3にコシヒカリの早見表を示したが、全窒素含量0.12%、培養窒素含量3mg/100gの土壌の場合、8kgN/10aが適切な施肥量となる。

施肥診断量が極端に少なくなる場合、穂肥肥効が不足し、登熟不良による収量低下が起こる可能

表2. 施肥診断による土壌発現推定量及び施肥診断量と投入窒素量

| ほ場 | 土壌分析値 | | 施肥窒素量 (/10a) | | 精玄米重 | 玄米窒素 | 千粒重 | 窒素吸収量 (/10a) | | | |
|----|-------|---------|--------------|-----|--------|------|------|--------------|-----|------|------|
| | 全窒素 | 培養窒素 | 診断量 | 投入量 | | | | わら | もみ | 合計 | 予測量 |
| | % | mg/100g | kgN | kgN | kg/10a | dry% | g | kgN | kgN | kgN | kgN |
| A | 0.254 | 6.81 | 0.7 | 4.3 | 527 | 1.20 | 21.8 | 5.6 | 7.2 | 12.8 | 12.8 |
| B | 0.145 | 5.79 | 4.2 | 4.3 | 555 | 1.09 | 22.2 | 4.8 | 6.1 | 10.9 | 10.1 |
| C | 0.157 | 4.38 | 5.1 | 6.1 | 581 | 1.16 | 22.1 | 4.9 | 6.7 | 11.6 | 10.8 |
| D | 0.137 | 4.03 | 5.9 | 6.1 | 521 | 1.04 | 22.3 | 3.8 | 5.8 | 9.7 | 10.2 |
| E | 0.103 | 3.33 | 7.2 | 7.7 | 524 | 1.07 | 22.2 | 4.9 | 5.9 | 10.8 | 10.3 |

図6. V溝直播での生育推移 (Bほ場)

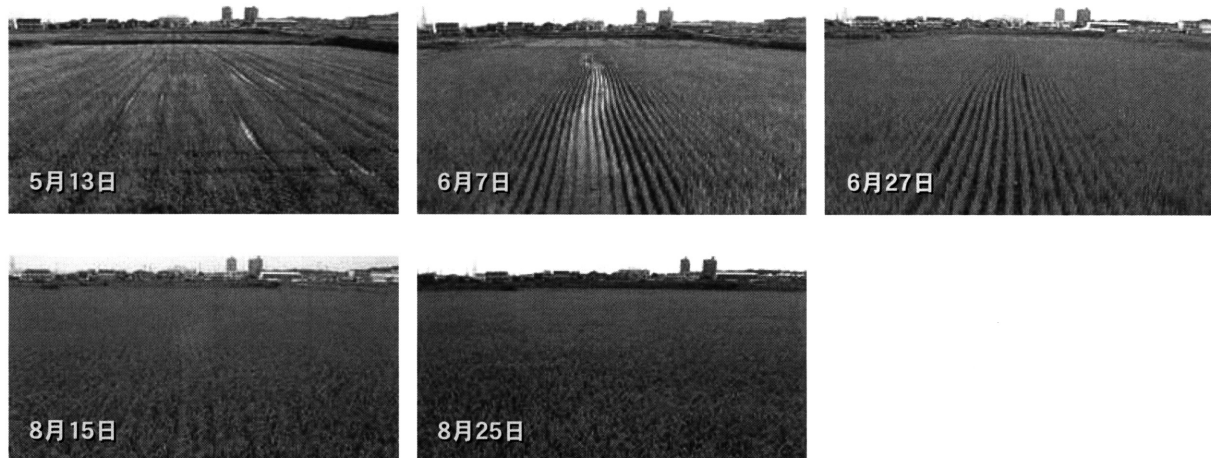


表 3. V溝直播での施肥早見表 (コシヒカリ)

| 全窒素 培養窒素 | 0.08 | 0.10 | 0.12 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.20% |
|-------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| mg/100g | | | | | | | |
| 1.0 | 10 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 7 |
| 2.0 | 9 | 9 | 8 | 8 | 7 | 7 | 6 |
| 3.0 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | 6 | 6 |
| 4.0 | 8 | 7 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 |
| 5.0 | 7 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6.0 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

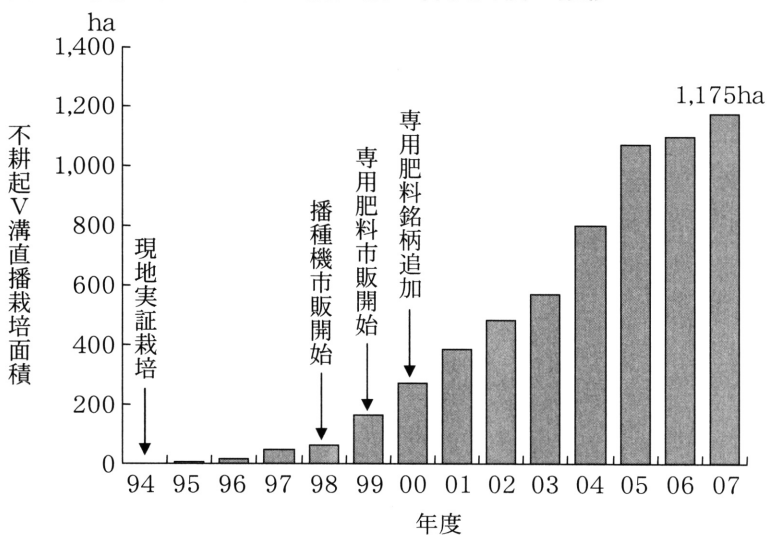
注) 施肥量は10aあたりの窒素kgを表す。
培養窒素: 湿土30℃・4週間湛水培養により発現する窒素量

性がある。そのため、早見用では土壌からの窒素発現パターン及びシグモイドタイプLP肥料の配合率等を勘案し、登熟に必要な窒素供給を行える施肥下限を5kgN/10aと設定している。

おわりに

本技術は、①播種・施肥が高速で行えること、②田面が堅く維持されるため入水以降の管理作業も楽であること、③倒伏し易く直播栽培に不向き

図 7. 愛知県におけるV溝直播の普及面積の推移



とされてきた「コシヒカリ」栽培が可能で、移植栽培に匹敵する収量が得られること、さらに、④整地作業が行われ十分に固結したほ場では、直播水稻で大きな問題となっていた鳥害を著しく軽減できること等が農家に受け入れられ、2007年作

で1,175haの栽培面積まで急速に普及拡大してきている (図 7)。

本技術がここまでの技術になった陰には、試験場・普及課職員はもとより、実証試験を行うにあたり、積極的に協力して頂いた農家の方々を始め関係JA、肥料配合・供給に協力を頂いた愛知経済連、さらに農機及び肥料メーカーの連携体制 (現場解決型研究) があったことも大きな要因である。

現在、V溝直播機の麦作への応用技術の開発も進んできており、今後、水田営農を支える核となる技術になっていくことを期待したい。

参 考 文 献

愛知県農業試験場 (2003) 不耕起直播V溝直播の手引き, 農業の新技术 74-4, 71pp
池田彰弘ら (1999) 水稻不耕起直播における全量基肥施肥, 中部土壤肥料研究 88, 48~49
池田彰弘 (1999) 冬季代かき直播イネにピッタリ, 品種別・LP配合全量元肥肥料を開発, 現代農業 78, 第10号, 318~319
池田彰弘ら (2001) 水稻「コシヒカリ」を対象とした不耕起乾田直播栽培での全量基肥施肥法, 愛知農総試研報 33, 57~64
今井克彦ら (1993) 肥効調節型肥料の溶出パターンの推定と水稻の全量基肥施肥法への適応性, 愛知農総試研報 25, 51~60
住田弘一ら (1995) 水稻不耕起栽培導入のための未攪乱土壌の窒素発現予測手法, 研究成果情報, 生産環境 (関東東海農業), 131~132

濱田千裕ら (2007) 水稻における不耕起V溝直播栽培の開発—「冬季代かき」による栽培の安定化—, 日本作物学会紀事 76 (4), 508~518

茶園における効率的な施肥方法

静岡県茶業試験場

副 主 任 中 村 茂 和

(現在 静岡県畜産技術研究所 中小家畜研究センター)

1. はじめに

荒茶の品質はその窒素含量との間に正の相関関係が知られ、高品質な新芽を獲得するために、これまで多くの窒素質肥料が茶園に施用されてきた。また、茶園の施肥位置は、作業道にもなるうね間であり、この面積は茶園全体に対し約1/6である。すなわち、うね間に施される施肥量は約6倍量にもなり、土壤溶液中の肥料成分濃度は極めて高い状態になり易く、そこに分布する茶樹根は濃度障害を受け易い条件下にある。そして、茶樹根により吸収されない余剰の窒素は、最終的には硝酸態窒素として土壤中から降雨などの水と共に容易に溶脱し、茶園周辺環境における環境基準値を超過する主な原因として指摘されている。環境保全の立場から、施肥量削減は喫緊の課題であるが、曇雲な削減は、収量やその品質の低下を招く可能性が高い。収量や品質をこれまでと同等に維持しながらも、施肥量を削減するためには、肥料成分、特に窒素質肥料の吸収利用率向上が重要となる。

養分の吸収利用率が高い施肥法の一つにかん水同時施肥(養液土耕)がある。この施肥法は、用水中に肥料成分を溶解した液肥をかん水用パイプ、チューブ等を用いて土壤へ直接施用する施肥法である。そして、作物の養分要求量に応じ、その施用量を調節することにより、必要最小限の施肥量で栽培することが可能となり、養分吸収利用率を向上させることができる。一方、茶園の樹冠下土壤は、降雨による影響が少なく¹⁾、茶樹根の活性が比較的高い²⁾ことが知られている。そのため、施肥位置をこれまでのうね間から樹冠下へ移動させ、液肥を適宜施用することにより、窒素の吸収利用率を高め、結果的に施肥量の節減が可能となる。しかし、実際、茶園の樹冠下に液肥を施

用する場合、その施用濃度やかん液量、そして両者の積である施肥量が、茶樹の生育、収量等に及ぼす影響について不明な点が多い。そこで、ここでは、これまで多く施用されてきた窒素について、窒素濃度や窒素施用量が茶樹の生育等へ及ぼす影響について調査し、得られた若干の知見について紹介する。

2. 土壤溶液中窒素濃度が茶樹の生育に及ぼす影響

(1) 試験方法

茶園におけるかん水同時施肥導入の際の基礎的な知見を得るため、砂耕法を用い、硝酸アンモニウムを施用形態とする液肥の窒素濃度と茶樹(やぶきた)の生育との関係について年間を通した調査を行った。また、降雨によるポット内の土壤中窒素濃度の変化を避けるため、雨除けビニールハウス内に移し、所定の濃度に調製した液肥を3日に1回の間隔で1年間施用した。また、その施用量は土壤保水量の約4倍であった。液肥の窒素濃度は、0, 50, 100, 200, 500および1,000mg/L(以下0, 50, 100, 200, 500および1,000mg区とする)とした。また、リン酸およびカリウムの濃度は、Konishiら³⁾の培養液組成を参考に、それぞれ3.1と40mg/Lとなるように混合して用いた。

(2) 結果および考察

表1, 2に器官別の年間乾物生産量および年間窒素吸収量について示した。500と1,000mg区は、処理開始後約3週間で葉の先端が褐変し、約3ヵ月後にはほとんどの株が落葉枯死したため、それらの値は省略した。器官別の乾物生産量および窒素吸収量は、いずれも0mg区では少なく、50mg区で増加し、100mg区は50mg区とほぼ同じであった。しかし、200mg区における各器官の値は、50や100mg区の値に比べて減少し、特に

表 1. 器官別年間乾物生産量※ (g/plant/year)

| 液肥窒素処理区 | 葉 部 | 茎 部 | 根 部 | 合 計 |
|-------------------------|------|-----|------|------|
| 0mg区 | 1.2 | 0.8 | 3.6 | 5.6 |
| 50mg区 | 12.4 | 7.2 | 17.3 | 36.9 |
| 100mg区 | 14.2 | 6.2 | 14.9 | 35.3 |
| 200mg区 | 3.6 | 2.1 | 4.8 | 10.5 |
| 500mg区 ^{***} | — | — | — | — |
| 1,000mg区 ^{***} | — | — | — | — |

表 2. 器官別年間窒素吸収量※ (g/plant/year)

| 液肥窒素処理区 | 葉 部 | 茎 部 | 根 部 | 合 計 |
|-------------------------|------|------|------|------|
| 0mg区 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.05 |
| 50mg区 | 0.49 | 0.16 | 0.59 | 1.24 |
| 100mg区 | 0.59 | 0.13 | 0.59 | 1.31 |
| 200mg区 | 0.22 | 0.07 | 0.26 | 0.55 |
| 500mg区 ^{***} | — | — | — | — |
| 1,000mg区 ^{***} | — | — | — | — |

※ 調査終了時の乾物重から開始時の値を差し引いた値。
 *** 液肥施用3ヵ月後に落葉枯死したため、値は省略した。
 表中の数字は各区3株の平均値を示した。

※ 調査終了時の窒素含量から開始時の値を差し引いた値。
 *** 液肥施用3ヵ月後に落葉枯死したため、値は省略した。
 表中の数字は各区3株の平均値を示した。

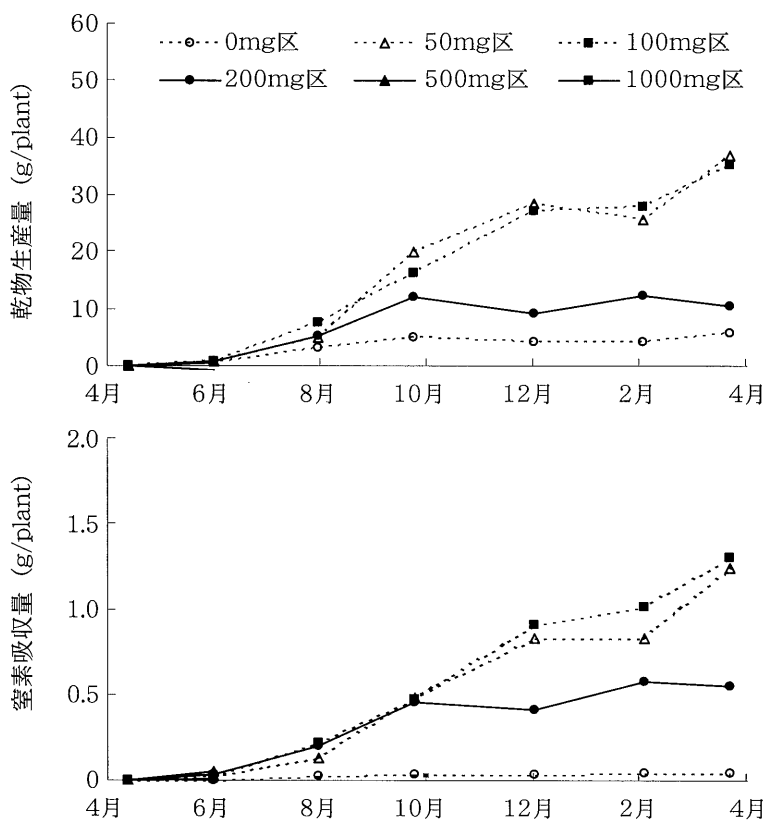
葉部と根部でその減少量が大きかった。そして、その減少量が大きかった葉部や根部において、100mg区の値を100%とした場合、乾物生産量は約30%、窒素吸収量では約40%であった。

図1に乾物生産量および窒素吸収量の積算値の推移を示した。乾物生産量や窒素吸収量の場合、50と100mg区の推移はほとんど同じであり、処理を開始した4月から6月にかけてはほとんど増加せず、6月から12月にかけて増加した。しかし、12月から翌年の2月ではほとんど増加せず、2月から3月末にかけて再度、増加した。一方、200mg区における乾物生産量や窒素吸収量の積算値の推移は、4月から10月にかけて、50や100mg区の場合とほとんど同じであり、100mg区との差はいずれもほとんどなかった。しかし、10月以降、200mg区における乾物生産量や窒素吸収量の増減はほとんどなく、翌年の3月末において、100mg区との差が大きくなった。

根の活力の指標であるトリフェニルテトラゾリウムクロライド (TTC) 還元力について、液肥施用2ヵ月後に測定した結果を、0mg区を100%として図2に示した。細根のTTC還元力は、50mg区で約160%であったが、それ以上の窒素濃度で

図 1. 積算乾物生産量および積算窒素吸収量の経月変化

500, 1,000mg区は、液肥施用3ヵ月後に落葉枯死したため、値は6月まで表示した。
 図中の値は各区3株の平均値である。

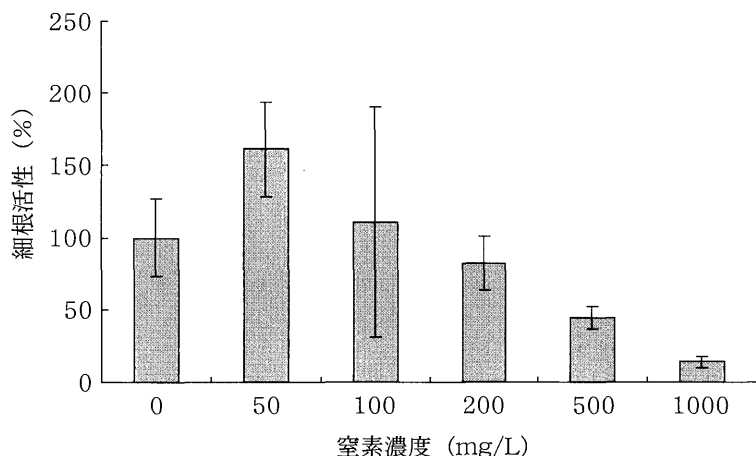


は徐々に低下する傾向にあり、100mg区で約110%、200mg区で約80%、500mg区で約40%、1,000mg区では約10%であった。

石垣⁴⁾は、茶樹の砂耕法により、窒素施用形態を硝酸カルシウムとする液肥の窒素濃度が150

図2. 液肥窒素濃度とTTC還元力との関係

0 mg区を100%とした。図中のバーは標準偏差 (n=3)。
供試細根 (直径1mm以下) は、液肥施用 2ヶ月後。



mg/L以上の場合、茶樹の窒素吸収量は多くなるものの、葉の先端の褐変や生育が劣ることを認めている。そしてこの原因については濃度障害によるものと推察している。また、橘⁵⁾は、TTC還元力および α -ナフチルアミン酸化力に基づく茶樹細根の活力と蒸散量との間に高い相関を認めている。本試験では、液肥の窒素濃度が500と1,000mg/Lの場合、葉の褐変や株の落葉枯死が観察された。この原因については、今後、詳細な検討を要すると思われるが、処理開始2ヶ月後における細根のTTC還元力の低下が顕著であった液肥窒素濃度が500mg/L以上の場合、吸水能の低下等の濃度障害が起きたことにより、液肥施用約3ヶ月後には落葉枯死がみられたのではないかと推察された。

液肥の窒素濃度が200 mg/Lの場合、処理開始約6ヶ月以降の乾物生産量や窒素吸収量が50や100 mg/Lの場合に比べて劣ったことから、茶樹根圏域における窒素濃度が150mg/L以上の場合、乾物生産や窒素吸収が抑制される可能性が示唆された。本試験の場合、砂耕法を用い、土壤保水量の約4倍量の液肥を3

日に1回の間隔で施用したことから、施用した液肥の窒素濃度と土壤溶液中の窒素濃度はほとんど同じであったと推測される。これらのことから、窒素施用形態として硝酸アンモニウムを用いた時の乾物生産量や窒素吸収量を指標とした茶樹の生育にとって適当な土壤溶液中窒素濃度は、50~100mg/Lであると推察され、石垣の報告⁴⁾と近い値であった。また、処理に用いた液肥のpHは全ての区において6.5程度であった。森田⁶⁾は、水耕栽培により茶樹の生育にとって好適なpHは4.0~5.0であり、pHが6.0の場合、生育量の減少や根に褐変などの障害を認めている。そのため、本試験で観察された茶樹の生育は、処理液のpHによる影響を受けていたことも推測されることから、窒素濃度が茶樹の生育に及ぼす影響については今後、根の生理作用等を含めた詳細な検討が必要と考えられた。

3. 茶園における年間窒素施用量が収量、摘芽中の窒素量に及ぼす影響

(1) 調査方法

供試ほ場は、静岡県茶業試験場内ほ場 (やぶきた)で行った。かん水資材は、塩ビ製のかん水パイプ (マサル工業製 フィールドパイプ)を用い、うね間方向に株を挟んで、樹冠下の両側に設置した。

処理は表3に示したとおり、硝酸アンモニウム

表3. 年間窒素施用量と液肥窒素濃度

| 試験* | 処理区 | 年間窒素施用量 (kg/10a) | 液肥窒素濃度 (mg/L) | 年間液肥施用量 (mm) | 年間液肥施用回数 |
|-------|--------|------------------|---------------|--------------|----------|
| 試験 I | 0kg区 | 0 | 0 | 150 | 15 |
| " | 7.5kg区 | 7.5 | 50 | " | " |
| " | 15kg区 | 15 | 100 | " | " |
| " | 30kg区 | 30 | 200 | " | " |
| 試験 II | 30kg区 | 30 | 200 | " | " |
| " | 75kg区 | 75 | 500 | " | " |
| " | 150kg区 | 150 | 1,000 | " | " |
| " | 300kg区 | 300 | 2,000 | " | " |

* 試験 Iは1998年から開始し、試験 IIは2000年から開始した。

を用い、所定の濃度に調整した液肥を1回あたり10mm施用し、3月から9月まで2週間に1回の間隔で年間15回行った。なお、施用する液肥は窒素のみとし、年間の施用量が0~30kgN/10aにおける試験Ⅰは、1987年に定植した茶園で行い、1998年より処理を開始した。施用量が30~300Nkg/10aにおける試験Ⅱは、1983年に定植した茶園で行い、2000年より処理を開始した。試験Ⅰでは、1999年の一番茶収穫後、茶園の中切り更新を行ったことから、試験期間は両試験とも2000年から2002年までの3年間とした。

(2) 結果および考察

図3に試験ⅠとⅡにおける30kg区の収量および摘芽中の窒素量を100%とした指数を示した。いずれの区においても、年次や茶期による変動はみられるが、0kg区の収量および摘芽中窒素量は最も低い値を示し、その値はいずれも50~70%であった。また、年間の窒素施用量が0~30kg/10aにおいて、窒素施用量の増加に伴い、収量や摘芽中窒素量は増加する傾向がみられ、それらは7.5kg区で70~80%、15kg区では90%程度であった。しかし、窒素施用量が75~300kg/10aの場合、収量や摘芽中窒素量はほとんど増加する傾向はみられず、300kg区ではいずれも100~110%程度であり、30kg区とほとんど同じであった。そのため、2002年2月に試験Ⅱにおける30kg区と300kg区の地下部を調査し、写真1に示した。30kg区では、液肥施用資材

の散水口付近、土壌深さ20~30cmの位置において、細根が確認された。しかし、300kg区の場合、散水口付近に細根はほとんどなかった。

図4に試験Ⅰにおける土壌溶液中の無機態窒素濃度の推移を示した。無機態窒素濃度は、施用する液肥の窒素濃度が高い区ほど高い値を示した。土壌の深さ10、20cmの位置における無機態窒素濃度は、30kg区で最も高く、70~120mg/L程度であり、その主要な窒素形態は硝酸態窒素であった。しかし、土壌の深さが40cmの場合、その値は低くなる傾向がみられ、さらに、深さ60cmの場合、全ての区において10mg/L以下であった(データ省略)。

土壌の深さ10~20cmにおける土壌溶液中の窒素濃度が100mg/L程度であった30kg区は、茶樹の生育にとって適当な窒素濃度であったと考えら

写真1. 試験Ⅱにおける根の様子

注) 調査は2002年2月に行った。

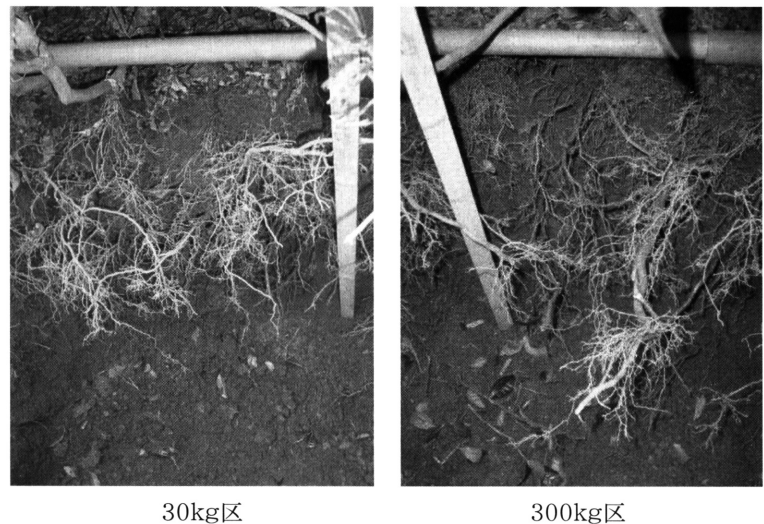


図3. 30kg区の収量および摘芽中の窒素含量を100とした指数

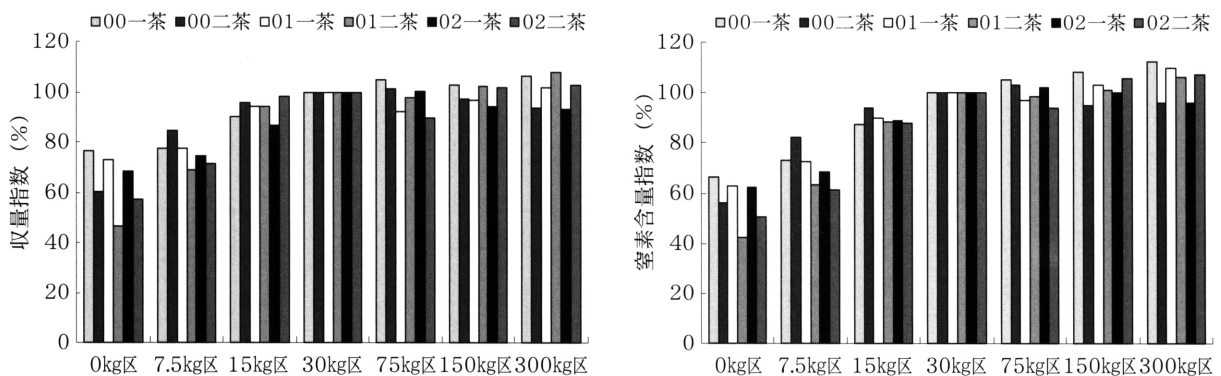
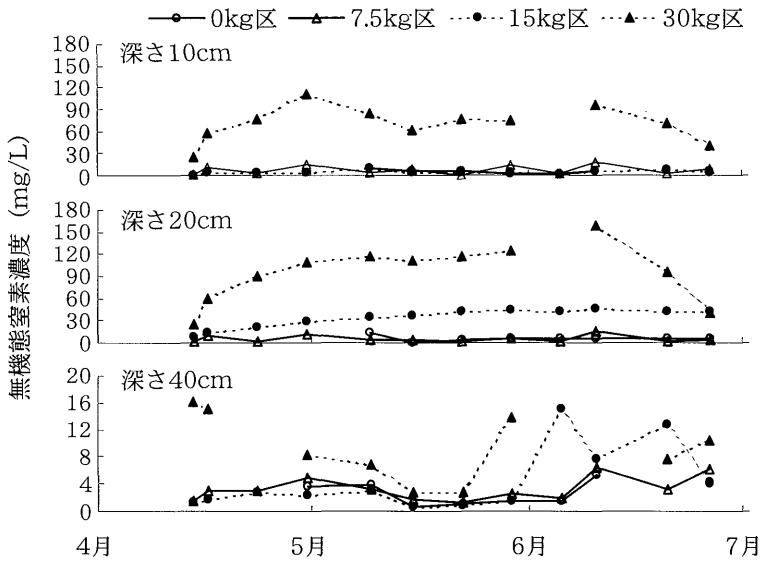


図4. 土壤溶液中の無機態窒素濃度の推移



れ、0~30kg区の場合、窒素施肥量が多くなるのに伴い、収量や摘芽中の窒素量が増加したのではないかと推察された。そして、石垣⁴⁾が示す窒素濃度に対して3~13倍の液肥を施用した75~300kg区では、根圏域における土壤溶液中の窒素濃度は30kg区の場合に比べて高くなると推測され、濃度障害が起きたために、収量や摘芽中窒素量が増加しなかったと推察された。結果的に300kg区の地下部において細根がみられなかったことは、このことを後押しするものと考えられた。一方、30kg区の土壤の深さ40cm、60cmにおける土壤溶液中の無機態窒素濃度は低く、10mg/L以下を示す場合もみられたことから、環境に対する負荷低減の可能性が示唆された。

4. おわりに

環境保全の立場から、茶園における施肥量の削減は喫緊の課題である。しかし、闇雲な施肥量、特に窒素質肥料の削減は、収量や品質の低下を招く可能性があり、肥料成分、特に窒素質肥料の吸収利用率の向上が重要となる。

茶園における樹冠下液肥施用は、窒素吸収利用率の向上が可能な施肥法の一つであると考えられる。そして今回の結果から、茶園の収量や摘芽中窒素量は、窒素施肥量と必ずしも比例しないことが示唆された。すなわち、茶樹が吸収することができる窒素量は有限であり、それ以上の窒素施肥量は、茶樹根に対して濃度障害を引き起こし、その後の茶樹の生育や養分吸収に対して悪影響を及ぼす可能性が高い。さらに、余剰の窒素は土壤中を水とともに溶脱し、地下水汚染を引き起こしてしまう。このような事態を回避し、環境にやさしく、安定した収量、品質を獲得するためには、茶樹根圏域における

土壤溶液中の窒素濃度等に配慮しながら、これまでの施肥量を節減していくことが重要と考える。

5. 引用文献

- 1) 辻正樹, 金田秋光 (2002) : 茶研報, 94, 7-14
- 2) 渋谷政夫 (1985) : 農業技術体系, 6, 1, 農山漁村文化協会, pp20-26
- 3) Konishi,S.,Miyamoto,S.and Taki,T. (1985) : Stimulatory effects of aluminum on tea plants grown under low and high phosphorus supply, Soil Sci.Plant Nutri., 31, 361-368
- 4) 石垣幸三 (1978) : 茶樹の栄養特性に関する研究, 茶業試験場報告, 14, 1-152
- 5) 橘尚明 (1996) : 多肥栽培茶園における無機態窒素の動態ならびに根圏分布と窒素吸収特性, 三重県農業研究センター特別研究報告, 4, 1-31
- 6) 森田明雄 (2000) : 過剰施肥下における茶樹の栄養生理的応答と窒素動態に関する研究, 静岡県茶業試験場特別報告, 1, 1-81

訂正記事

2008年4月号 P3

表3. 生育調査・収量結果

| 区名 | 誤 | | 正 | |
|-------|------|------------------------|------|------------------------|
| | 6/25 | 茎数 本/m ² | 6/25 | 茎数 本/m ² |
| 慣行区 | | 374 | | 320 |
| エコロン区 | | 320 | | 374 |