情 報

中国江蘇省における水稻の多収獲多肥栽培による施肥窒素量と窒素施肥効率の現状

宮崎彰¹⁾・小久保敏明²⁾・居静³⁾・張祖建³⁾・趙歩洪⁴⁾・王余龍³⁾・山本由徳¹⁾

(¹⁾ 高知大学農学部, ²⁾ 愛媛大学大学院連合農学研究科, ³⁾ 揚州大学, ⁴⁾ 揚州市農業研究所)

キーワード：水稻, 施肥窒素量, 窒素施肥効率, 中国江蘇省.

中国江蘇省は、中国東部の揚子江下流域に位置し、北部を山東省、西部を安徽省、南部を浙江省・上海市と接しており（第1図）、総面積は10万km²、人口は7,600万人、耕地面積は500万haである。省北部には淮河が流れ黄海に面し、省南部は揚子江下流デルタ地帯を形成し、全国第3の太湖を有するなど、河川および湖沼の面積は総面積の約30%に及ぶ。稲作灌漑のため運河・クリークが発達し、全国有数の水稻栽培地帯である。

水稻の生産量（粳）は全国3位の1772万t（日本の1.6倍）、栽培面積は223万ha（日本の1.4倍）、単収（粳）は全国トップクラスの7.9t/haである（第1表, 2008年）。現地では多収性品種が普及しており、一穂粒数が多く大粒の大穂インド型品種や密穂日本型品種による多収を意識した多肥栽培が行われている。

中国は窒素（N）肥料の消費量が世界の約30%を占める最大の消費国であり（FAOSTAT 2007, Guler 2006）、その消費量は現在も増加傾向にある。N肥料の約1/4は稲作に利用されることから、中国の稲作は世界消費量の7%を占めることになる（Peng ら 2009）。その中国においても江蘇省

は面積当たりのN肥料施用量が最大であり、水稻栽培においても肥料の多投が行われている（第2表）。江蘇省が穀倉地帯であることを考えると過剰な肥料の施用は、環境に著しい負荷を与え、N肥料の吸収率を低下させると考えられる（Wang ら 2004, 2007）。

本調査では、江蘇省における水稻の多収獲多肥栽培による収量を、施肥N量とN施肥効率（施肥N, 1kg当たりの玄米収量）の2要因に分けて解析することを目的とし、現地で水稻栽培法、特に収量および施肥に関する情報を収集した。情報収集は聞き取り調査により揚州市の農業技術展示圃、農業研究所および農家で2009年10月、2010年6月、10月、2011年8月に行った。

水稻栽培の概要

1. 作付体系

水稻・コムギ（一部ナタネあるいはオオムギ）の二毛作を基本とし、コムギを5月25日～6月5日に収穫した後、水稻を6月5日～15日に移植する。出穂は8月15日～9

第1図 中国東部地図.

第1表 米の生産量、水稻の作付面積および収量（2008年）.

省 名	生産量 (千 t)	作付面積 (千 ha)	収 量 (t/ha)
全 国	191896	29241	6.6
湖 南	25280	3932	6.4
江 西	18621	3256	5.7
江 蘇	17719	2233	7.9
湖 北	15337	1979	7.8
黒龍江	15180	2391	6.3
四 川	14976	2036	7.4
安 徽	13835	2219	6.2
広 西	11076	2119	5.2
広 東	10033	1947	5.2
日 本*	10756	1625	6.6

資料：中華人民共和国国家統計局（2009）

* 農林水産省（2010）

第2表 化学肥料の施用状況 (2008年).

省 名	作付面積 * (千 ha)	化学肥料の 施用量 (千 t)	N 肥料の 施用量 (千 t)	面積当たり N 肥料施用 量 (kg/ha)
全 国	156266	52390	23029	147
河 南	14147	6017	2395	169
山 東	10764	4763	1703	158
江 蘇	7510	3408	1807	241
河 北	8713	3124	1535	176
湖 北	7298	3277	1494	205
安 徽	8977	3074	1118	125
四 川	9439	2428	1286	136
日 本 **	4694	—	431	92

資料：中華人民共和国国家統計局 (2009)

* 全作付面積 (他作物も含む)

** 三島・神山 (2010)

月5日、収穫は10月上旬から11月中旬であり、インド型品種でやや早い。

2. 品種

(1) 日本型品種；面積は190万ha、収量は一般農家で8.3–9.0 t/ha (モデル農家で9.8–10.5 t/ha) と多収である。食味良好で米価がハイブリッド品種やインド型品種より高い。また、茎が太いため倒伏しにくく耐肥性が大きい。これらの理由から、20年ほど前には面積比率が50%程度であったが、急速に普及拡大した。品種として淮稻5, 9, 13号, 連梗5, 6, 7, 9号, 武香梗14, 15, 鎮稻99, 揚梗4038, 揚輻梗8号, 南梗44号などがある。

(2) インド型 / インド型ハイブリッド品種；面積27万ha、収量7.7 t/haである。湖南、湖北、安徽省における栽培が多いものの、江蘇省では近年栽培面積が減少する傾向にある。地力が低い場合、N施肥効率の高いハイブリッドで収量を高める。育苗期間が長い。品種として両優培九、揚両優6号, 二優118などがある。

(3) インド型品種；面積は3300haである。インド型品種の収量は近年の品種改良の遅れから日本型品種の収量より20%低い。草丈が高く倒伏しやすい。手植えが多い。コムギ作の後に直播すると、2週間生育に遅れが出ることであり、感温性が高いことから、出穂が安全出穂日以降になり、またバイオマスを確保できなくなる。作期が遅れた場合、日本型品種では収穫指数の向上による収量の補償作用が認められるが、インド型品種ではそのような作用が明瞭には認められず、収量向上にはバイオマスを確保することが重要であることが報告されている (Gendua ら 2009)。インド型品種の分けつ力は低N条件で日本型品種より強いので、地力の低い丘陵で栽培される。品種として揚稻6号などがある。

第3表 施肥概要.

植え付け法	基肥	分けつ肥 (7, 10 葉期)	穂肥 (幼穂形成期)
手植え	30%	30%	40%
機械植え	30%	40%	30%
直播	30%	50%	20%
苗まき	30%	30%	40%

基肥では尿素と Bulk blending 肥料のN成分比率を約1:1とする。

3. 植え付け

江蘇省における植え付けの面積比率は2011年現在で、およそ直播30–40%、機械植え30–40%、手植え20%、苗まき2–3%であり、直播は中・北部で多く、機械植えは南部で多い。

(1) 直播：播種量は乾籾で90–120 kg/haであり、分けつが少なく、有効茎歩合は約50%と低く、収量は機械植えより1–2割減る。しかし、比較的規模の大きい農家、高齢の農家では直播を選択する傾向があり、その面積は増加している。直播の面積は揚州市で5割、その中の江都市で7–8割、江蘇省全体で3割である。直播の収量が高くなる条件は降水量が少なく、温度が高い場合である。

(2) 機械植え：4–5葉苗 (不完全葉含む) を栽植間隔約30×12 cm, 栽植密度25–28株/m²で移植する。日本と比べて密植し茎数を確保することで多収を図る。経済レベルの高い地域では機械の普及率が高い。

(3) 手植え：約1ヶ月育苗した5–6葉苗 (不完全葉含む) を栽植間隔約24×15 cm, 栽植密度25–28株/m²で移植するが (モデル農家の場合)、労力の問題から疎植になりやすい。分けつ数は機械植えと同じくらいであるが、疎植による茎数の不足から収量低下を招くことが多い。小規模農家で採用される傾向にあり、疎植の場合を除いて、収量は苗まきと同程度である。

(4) 苗まき：5–6葉苗 (不完全葉含む) を3–4本/株、25–30株/m²でばらまく。栽植密度は手植えに近い。収量は機械植えより1割程度高く最も多収である。江蘇省で約20万haである。

4. 施肥

N施用量は250–330 kg/haであり、日本型品種に比べ (300–340 kg/ha)、インド型品種およびハイブリッド品種では少なくする (240–270 kg/ha)。これは前者に比べ後者ではN施肥効率が高く倒れやすいことによる。多肥栽培の一因としては、深耕機械を使用せず耕耘深度が浅いこと、コムギとの二毛作により土壌の有機Nが少ないこと、品種特性として多肥条件下でも収量が高く倒れにくいことなどがあげられる。基肥は代掻き時に全層に混合する。基肥として化成肥料 (Bulk blending 肥料) と尿素を施し、追肥として尿素を施用する。Nは基肥+分けつ肥 (移植後5–10日) で50–65%、穂肥 (出穂前30日と20日) で50–35%

第4表 江蘇省と日本のN施肥効率の推定.

	玄米収量 [籾収量] (t/ha)	施肥N量 (kg/ha)	N施肥効率** (kg/kg)
江蘇省	6-7 [8-9]	250-330	21-24
日本*	5.3 [6.6]	70	76

* 農林水産省 (2009 年)

** 玄米収量 / 施肥N量

を与え、日本での水稻栽培に比べ、生育前期の施肥割合が高い(第3表)。基肥や分けつ肥によるNの漏出量が多いことが明らかとなっている(Wangら2004, Liら2010)が、直播農家では労力分散のために、苗が5 cm程度に成長した後に湛水し土壌表面に基肥を施用する場合もみられ、表面施肥による吸収率の低下が懸念される。

これらの聞き取り調査の情報からN施肥効率を計算すると、江蘇省で21-24 kgとなり、日本の76 kgに比べ28-32%程度であることが示された(第4表)。したがって、多収を維持しつつ、施肥N量の低減と施肥Nによる収量生産効率の向上を図ることが重要であることが確認された。中国水稻栽培におけるN施肥効率は主要な稲生産国の中で最も低く(Wangら2001)、基肥や栄養成長初期の施肥量を低減させることによって収量を減少させることなく改善できる余地が大きいことが指摘されている(Pengら2006)。

謝辞：本調査の遂行にあたっては、揚州大学農学院、環境科学院および揚州市農業技術展示基地の研究者諸氏に多大なご支援をいただいた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

- 中華人民共和国国家統計局 2009. 中国統計年鑑. 中国統計出版社.
- FAOSTAT 2007. FAO statistical databases. www.fao.org. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome.
- Gendua, A.P., Y. Yamamoto, A. Miyazaki, T. Yoshida and Y. Wang 2009. Effects of the tillering nodes on the main stem of a Chinese large-panicle-type rice cultivar, Yangdao 4, on the growth and yield-related characteristics in relation to cropping season. *Plant Prod. Sci.* 12 : 257 - 266.
- Guler, S. 2006. Developments on fertilizer consumption of the world and Turkey. *J. Fac. Agric., OMU* 21 : 243 - 248.
- Li, Y., L. Yang and G. Yin 2010. Experimental study on nitrogen leaching in a direct-seeding rice paddy of Taihu lake basin. *Plant Nutr. Fert. Sci.* 16 : 99 - 104.
- 三島慎一郎・神山和則 2010. 近年の日本・都道府県における窒素・リン酸フローと余剰窒素・リン酸の傾向に関する算出方法とデータベースおよび運用例. *農環研報* 27 : 117 - 139.
- 農林水産省 2009. 稲作における施肥の現状と課題. [http://www.aff.go.jp/seisan/kankyo/nenryu_koutou/n_kento/pdf/2siryol.pdf#search=\(2012/5/1 閲覧\)](http://www.aff.go.jp/seisan/kankyo/nenryu_koutou/n_kento/pdf/2siryol.pdf#search=(2012/5/1%20閲覧)).
- 農林水産省 2010. 農産物生産統計. http://www.aff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/seisanhi_nousan/index.html#r1 (2012/5/1 閲覧).
- Peng, S., R. Buresh, J. Huang, J. Yang, Y. Zou, X. Zhong, G. Wang and F. Zhang 2006. Strategies for overcoming low agronomic nitrogen use efficiency in irrigated rice systems in China. *Field Crops Res.* 96 : 37 - 47.
- Peng, S., Q. Tang and Y. Zou 2009. Current status and challenges of rice production in China. *Plant Prod. Sci.* 12 : 3 - 8.
- Wang, G.H., A. Dobermann, C. Witt, Q.Z. Sun and R.X. Fu 2001. Performance of site-specific nutrient management for irrigated rice in south-east China. *Agron. J.* 93 : 869 - 868.
- Wang, X., J. Zhu, Y. Hosen and K. Feng 2004. Dynamic changes and modeling of nitrogen in paddy field surface water after application with different doses of urea. *J. Agr. Envir. Sci.* 23 : 852 - 856.
- Wang, X., J. Zhu, R. Gao, Y. Hosen and K. Feng 2007. Nitrogen cycling and losses under rice-wheat rotations with coated urea and urea in the Taihu lake region. *Pedosphere* 17 : 62 - 69.

High-Yielding and Heavy Manuring Rice Cultivation in Jiangsu Province, China, in Relation to the Amount of Nitrogen Fertilizer Applied and Nitrogen Fertilizer Efficiency : Akira MIYAZAKI¹⁾, Toshiaki KOKUBO²⁾, Jing JU³⁾, Zujian ZHANG³⁾, Buhong ZHAO⁴⁾, Yulong WANG³⁾ and Yoshinori YAMAMOTO¹⁾ (¹⁾*Fac. Agr. Kochi Univ., Nankoku 783-8502, Japan;* ²⁾*The United Graduate School of Agricultural Sciences, Ehime University;* ³⁾*Yangzhou Univ., China;* ⁴⁾*Yangzhou City Agr. Res. Centre, China)*

Key words : Amount of nitrogen fertilizer applied, Jiangsu Province in China, Nitrogen fertilizer efficiency, Rice.