
学会賞受賞記念講演要旨

生物と気象 (*Clim. Bios.*) 9:F-2, 2009

<http://www.soc.nii.ac.jp/agrmet/sk/2009/F-2.pdf>

2009年4月15日掲載

<http://www.agrmet.jp/sk/2009/F-2.pdf>

大豆の気象生態反応のモデル化とそれを利用した生産管理支援情報の開発および水稻・小麦への応用

鮫島良次

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター

1. はじめに

このたびは、日本農業気象学会学術賞をいただくことになり、大変光栄に存じます。受賞対象となりました、大豆をはじめとする作物モデルの研究は、これまで多くの方々のお世話になり続けてくることができたもので、ご指導いただいた先生方、研究所・試験場の上司・同僚の方々、研究をサポートして下さった支援部門の方々に深く感謝致します。私は、堂腰純先生、堀口郁夫先生、干場信司先生、谷宏先生のおられた北海道大学農業物理教室での卒論研究、および農業技術研究所に入所後も2年ほどは畜舎環境の研究を行ったのですが、その後異動して9年を過ごした農業研究センターで、大豆の生育モデルに携わることとなり、今回の受賞研究の半分ほどはこの時期の研究です。その後、作物モデルを農業現場に使うことができるのだろうか、と考えるようになり、国際農林水産業研究センターを経て東北農業試験場から北海道農業試験場と地域農業試験場を歩きながら生産管理支援情報への応用を行い、昨年4月からは再び東北農業研究センターで温暖化研究に携わっております。温暖化研究のツールとしても作物モデルの活用が期待されますが、このような時に作物モデルのテーマで学会賞を頂けることになり、まことにありがたく感謝し、今後の励みとさせていただきますと存じます。ご推薦いただきました、北里大学の皆川秀夫先生と農研機構の先輩である矢島正晴さん、山田一茂さんに厚く御礼申し上げます。

2. ここまでの研究内容

これまでに、気温、日長時間、日射量等が作物の生育・収量にどのように影響するかを、圃場試験をもとにモデル化し、温暖化影響評価や、生産者に向けた生産管理支援情報を開発してきました。以下、概略を紹介させていただきます。

まず、大豆の発育速度（播種、開花、成熟など発育段階を数値に対応させ、その1日当たりの増分）に注目し、日長処理実験により発育速度モデルのパラメータを求めました(鮫島・岩切, 1987; Sameshima, 1991)。自動日長処理装置はありませんでしたが、暗箱を自作して毎日夕方、大豆に暗箱を被せて短日処理を行い、日長時間別に発育速度の温度反応を得ることができました。この結果から、大豆品種の早晩性の品種間差が、発育速度の日長時間への反応性の相違で説明されること、発育速度に対して気温と日長時間が相互作用を持つこと等がわかりました。なお、モデル化のために日長処理を行う場合、明暗境界の照度を知る必要がありますが、これは文献から値を得ました。これは蛇足ですが、私達は現在、水稻を対象として、明暗期境界の策定実験を行っています。ところで、1980年代はN88-BASICによるパソコンソフト自作の時代でしたが、私も自分のモデルを用いて、大豆の開花期予測ソフトを作り(鮫島, 1988)、この種のソフトの「はしり」になったのではないかと思います。その後、水稻についても現地観測を行い、発育速度が水温に

依存しているので、発育予測には気温だけでなく水温の入力も必要であること。ただし、気温だけで推定を行っても、一般の年には気温との平年的関係によりモデル内部で水温効果が評価されて推定精度が保たれるが、冷害年に予測誤差が拡大することを示しました(鮫島, 2004)。

次に乾物生産の研究ですが、群落による日射吸収率(α)が基本になります。これまで、 α の評価には、群落と土壌上面の反射率を要する式が使用される事が多かったのですが、 α を葉面積指数と完全繁茂群落の反射率だけから推定する簡易式を開発し、さらに、この式が生育の初期にも適用できることを確認しました(Sameshima, 1995)。そして、大豆群落に吸収された日射量の乾物への変換効率(RUE)を調べました。乾物生産量を吸収日射量に対してプロットすると、データが直線的に並びますので、RUEは一定値であると扱われることが用いのですが、生育初期に注目(吸収日射量～乾物生産量プロットの左下部分を拡大視)するとRUEの値が小さいことを見出しました。このことを考慮しない、生育初期とその後でRUEの値を分けないシミュレーションでは「はじめのうち外れていた予測値がだんだん当たってくる」ということになってしまいます。さらに、日射強度が増大するとその値が漸減することも明らかにしました(Sameshima, 1996)。土壌水分の影響について、茎熱収支法により大豆群落からの蒸散速度を求め、土壌水分との関係が凸型となること、蒸散速度と乾物生産速度が比例関係にあることを示しました(Sameshima *et al.*, 1995)。

以上の個別のモデルを統合して、大豆生育モデルを構築しました(鮫島, 2000)。その際、葉面積拡大の終了時期と、初期値を 0.01g/plant とする子実の指數的な生長開始時期が一致することを利用しました。この生育モデルを使用して、温暖化による大豆生育・収量の変化を推定し、気温上昇により葉面積の最大値が増減すること、子実生長期間が移動して日射環境が変化するので子実収量が増減すること、これら増減量は温度上昇程度に依存することを示しました(Sameshima, 1993)。

その後、生産管理支援情報の開発に関心を持ちました。大豆が初霜害を被らないための、播種日晩限を推定するために、再現期間が5年の早い初霜日のメッシュ値の推定方法を考案し(Sameshima *et al.*, 2005)、この日から発育モデルにより逆算して播種日晩限マップを作りました。さらに、初霜日の統計値の推定方法を工夫して「〇年に一度の確率で、〇月〇日より早く降霜する」ことの1 km メッシュ推定方法を開発し、播種日別に秋の初霜害に遭うリスクを示すメッシュ情報が推定できるようにしました(Sameshima *et al.*, 2007)。また、小麦の発育モデルとメッシュ気象情報を組み合わせて、穂発芽を回避するための小麦の収穫適期を250 m メッシュ値で予想するシステムも構築しました(Sameshima *et al.*, 2008)。これらは北海道の農業現場で使われるものとなりました(鮫島, 2005a; 2005b)。

3. おわりに

作物モデルの研究テーマには、まだ解決すべき問題が多く残されています。例えば、水稻の発育について多くのモデルが提案されてきましたが、感温性、感光性、基本栄養成長性を明快に整理できる段階には至っていないように思います。これを明らかにすることが、温暖化後の品種配置を考える際に是非必要です。また、作物の気象応答の現象解明にとどまらず、他分野との共同により、メカニズム解明に踏み込む必要もあります。温暖化研究への需要の高まりが絶好の機会を与えてくれている気が致します。

引用文献

鮫島良次, 1988: パソコン利用によるダイズ開花期の気象的予測法. 昭和63年度研究成果情報 総合農業, 農林水産省農業研究センター, 127-128.

- Sameshima, R., 1991: A new method for predicting flowering stage in soybean. *JARQ*, **25**, 149-153.
- Sameshima, R., 1993: Assessing the effects of temperature increase on soybean development and growth. *J. Agric. Meteorol.*, **48**, 815-818.
- Sameshima, R., 1995: Estimating the absorptivity of solar radiation in soybean canopies-for use in crop models-. *J. Agric. Meteorol.*, **51**, 37-45.
- Sameshima, R., 1996: Analysis and modeling of dry matter production rate by soybean community - Curvilinear response to radiation intensity -. *J. Agric. Meteorol.*, **52**, 99-106.
- 鮫島良次, 2000: 気象環境要因に対するダイズの生育反応の解析およびモデリングに関する研究. 農業研究センター研究報告, 119pp.
- 鮫島良次, 2004: 水温を考慮しないモデルによる北日本の水稲発育予測について. 農業気象, **60**, 67-75.
- 鮫島良次, 2005a: 先端技術を活用した小麦適期収穫システム. 平成 17 年普及奨励並びに指導参考事項, 北海道農政部, 60-62.,
(<http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h17gaiyo/f5/2005524.pdf>).
- 鮫島良次, 2005b: 降霜確率にもとづく作物初霜害リスクの推定手法. 平成 17 年普及奨励並びに指導参考事項, 北海道農政部, 215-217.,
(<http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h17gaiyo/f3/2005305.pdf>).
- 鮫島良次・岩切敏, 1987: 気象とダイズの生育動態に関する研究(1)開花までの期間における発育速度と日長・気温の関係. 農業気象, **42**, 375-380.
- Sameshima, R., Hirota, T., and Hamasaki, T., 2005: Optimal soybean cropping season in Hokkaido to reduce the risk of frost damage in spring and fall. *J. Agric. Meteorol.*, **60**, 865-868.
- Sameshima, R., Hirota, T., and Hamasaki, T., 2007: Mapping of first-frost days and risk of frost damage to soybeans. *J. Agric. Meteorol.*, **63**, 25-32.
- Sameshima, R., Sakuratani, T., and Takenouchi, A., 1995: Relationship between transpiration rate of soybean plants (*Glycine max* Merr. cv. Enrei) and soil watercontent estimated by stem heat balance and heat probe methods. *J. Agric. Meteorol.*, **51**, 153-157.
- Sameshima, R., Yokoyama, S., Hirota, T., and Hamasaki, T., 2008: Creation and application of 250m square grid meteorological information for crop management using a local weather station network. *JARQ*, **42**, 41-48.