

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 27 日現在

機関番号：21201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23510173

研究課題名(和文) 生鮮品を取り扱う販売物流を対象とした新しい在庫管理方式の提案

研究課題名(英文) Vender Managed Inventory for Fresh Agricultural Products

研究代表者

菅原 光政 (Sugawara, Mitsumasa)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・教授

研究者番号：60196706

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、農水産物流通の中でも近年急速に市場規模を伸ばしている農産物産地直売所を事例に、VMI(Vender Managed Inventory)方式を拡張した在庫管理方式を提案し、適用した事例について報告する。外部環境による影響が大きく、需給バランスの調整が難しい生鮮品を取り扱う販売物流においては、販売側が供給側の全体統制を行いながら供給側が主な意思決定を行うVMIを導入することによるメリットは大きい。本研究では、農産物産地直売所を対象に導入したVMIの概要、情報システムの運用状況や効果について報告することで、生鮮品を取り扱う販売物流においてVMIを導入する際の指針を示している。

研究成果の概要(英文)：In Japan, farmers' markets have attracted considerable attention as a new distribution system for agricultural products. A key characteristic of farmers' markets is a distribution system without intermediate wholesalers and retailers between farmers and consumers. Farmers' markets have faced sales, cultivation, inventory and quality management problems. This paper proposes a Vender Managed Inventory system for fresh agricultural products. It is difficult to supply agricultural products adequately to meet demand because of the seasonality and uncertainty. Therefore, inventory management systems, which vendors seize the leadership of decision making, are suitable for fresh agricultural products in terms of flexible supplying. This paper summarizes the introduction of the VMI system to a farmers' market by analyzing utilization of VMI support information system and inquiry survey of farmers.

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学

キーワード：生鮮品 在庫管理 VMI 経営情報システム 販売物流 農産物産地直売所

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、SCM (Supply Chain Management) 実現における在庫管理手法として VMI (Vendor Managed Inventory) の導入事例が多く見られる。VMI は、「売り手が買い手の在庫を管理する方式の在庫管理手法」と定義される。

(2) 販売物流における VMI (以後、販売 VMI) は、製品を消費者へ届ける物流を対象としたものであり、アパレルなどの小売業の物流拠点や日常雑貨の配送を中心に導入事例はあるものの、適用事例や研究報告は少ない。販売物流では、消費者ニーズの多様化に伴い様々な流通形態が生まれている。特に、生鮮品を取り扱う販売物流では、卸売市場経由率が低下する中、産地直売所や e-コマースの台頭により新たな流通形態が生まれており、その流通形態にあった在庫管理手法としての理論の確立や体系的な導入事例の整理が求められている。

(3) 天候などの外部要因による影響が大きく需給バランスの調整が難しい生鮮品を取り扱う販売物流を対象とした場合、販売側が供給側の全体統制を行いながら供給側が主たる意思決定を行うメリットは大きい。反面、意思決定の範囲や情報共有の方法など整理しなければならない課題も多い。

2. 研究の目的

(1) 一般的な販売 VMI を拡張し、鮮度や品質をなどの生鮮品の特性を考慮した生鮮品 VMI が果たす役割や導入について必要な事項を整理することで、多様化が進む生鮮品の流通形態にあった新しい在庫管理を提案することを目的としている。

(2) 生鮮品 VMI における理論形成および農産物産地直売所 (以後、産直と呼ぶ) の事例にもとづく検証を行い、生鮮品を取り扱う販売 VMI の導入に必要なフレームワークを構築する。

3. 研究の方法

(1) 生鮮品 VMI の理論形成のために「入荷依頼 (補充) 方式モデル」「販売価格決定モデル」および「販売予測モデル」を構築する。

(2) 生鮮品 VMI を産直に適用する。その際、情報システムとして生鮮品 VMI 支援システムを構築し、運用評価する。

4. 研究成果

(1) 生鮮品 VMI の業務の流れ

理論形成に先立ち、産直での適用を前提に生鮮品 VMI の業務の流れを提案する(図 1)。産直施設内に各生産者に販売場所を貸し出し、生産者は任意の商品の販売を行う。産直運営団体は、在庫状況や産直全体の売上傾向を定期的に生産者に情報提供すると同時に、品揃えを確保するため品不足の商品が生じた場合、栽培している生産者に対して出荷依頼をする。

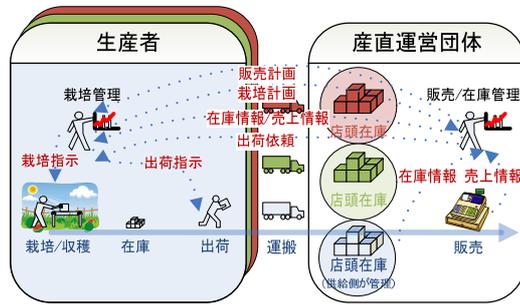


図 1 産直 VMI の業務の流れ

(2) 入荷依頼モデル

図 1 の業務の流れを図 2 のようにモデル化しシミュレーション分析を行った。補充方式の基本特性について明らかにした。

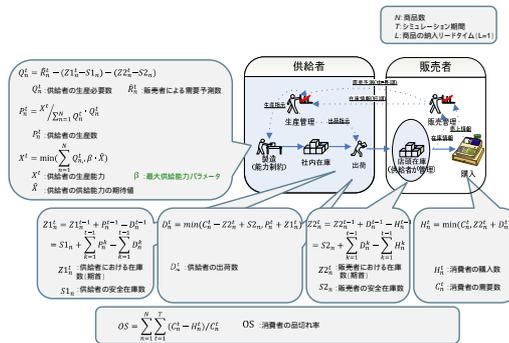


図 2 生鮮品 VMI の補充方式モデル

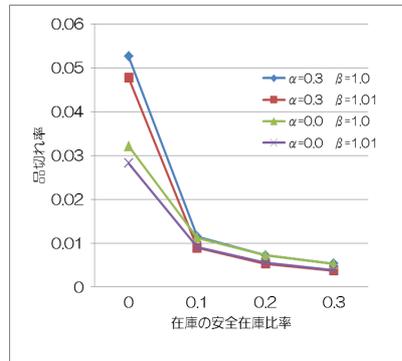


図 3 安全在庫と品切れ率の関係

(供給能力と需要変動の影響)

(2) 販売価格決定モデル

生産者へのアンケート調査(図 4)や売り上げデータから店内滞留時間について因子分析などを行った(図 5)。その結果に基づき、産直における価格決定方式を提案した。

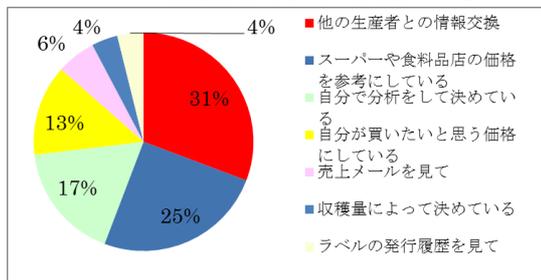


図 4 価格決定手段のアンケート結果

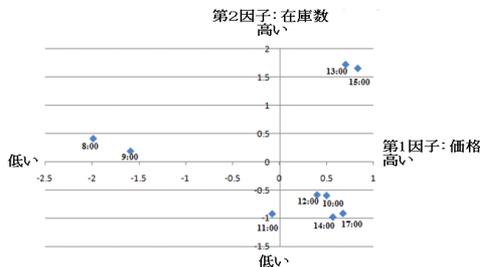


図5 店内滞留時間の影響要因

(3) 販売予測モデル

農産物の販売予測モデルとして平滑法、自己回帰移動平均法、回帰分析法を提案し、売り上げデータに適用した。その結果、対象産直の場合は、表1のように予測手法を適用するのが妥当であると知見を得た。

表1 対象産直における分析結果

分類	需要特性	代表例	販売予測手法
I	<ul style="list-style-type: none"> ☑ 季節性が顕著 ☑ 販売期間固定 ☑ 売上変動パターン特定 	ぶどう類, りんご類	平滑法
II	<ul style="list-style-type: none"> ☑ 季節性が弱いあるいは無い ☑ 外部要因の影響を受けにくい ☑ 原時系列データが弱定常あるいは階差が強定常 	リンゴジュース, トマトジュース, 白米	自己回帰移動平均法
III	<ul style="list-style-type: none"> ☑ 季節性がほとんど無い ☑ 通年販売 ☑ 外部要因の影響を受けやすい ☑ 非定常 	ぶどうジュース, 梅干し, ねぎ, じゃがいも	回帰分析法

(4) 生鮮品 VMI 支援システムの構築

上述の生鮮品 VMI の理論を適用するため、産直を対象とした生鮮品 VMI 支援システムを構築・導入した。提案システムは、入荷管理機能、販売管理機能および在庫管理機能で構成される。

(5) 入荷管理機能

生鮮品 VMI を実現するために最初に必要となるが「誰の」「何が」「いつ」「いくつ」「いくらで」入荷されたかを正確に把握することである。情報リテラシーが低い利用者から入荷情報を把握することを考慮し、商品ラベル印刷を容易に行えるタッチパネルを用いた情報システムを導入する。商品ラベルには、上述の情報がすべて含まれているため、商品ラベル情報を入荷情報としてデータベースで一元管理する。また、入荷情報は商品別、月別に数量および価格を集計することで、1年間の入荷実績レポートとして利用ができる。多くの生産者は、毎年の栽培品目や数量を大きく変えることは少なく、前年度と同様の栽培計画となることが多い。そのため、年間の栽培計画を立案する際には、入荷実績レポートを紙媒体で生産者へ提供し、変更する商品、数量および予定価格を記載し、栽培計画として産直運営団体に報告する。

入荷管理機能では、これらを実現するため、生産者が利用するタッチパネルでの商品ラベル印刷機能(図6)と産直運営団体が利用する入荷実績レポート印刷機能(図7)が主

な機能となる。対象産直では、全ての生産者がこれらの機能を利用している。また、商品ラベル作成時の価格入力の際に、他の生産者の平均価格や店内滞留時間を提示することで、価格決定の支援を行う。



図6 商品ラベル印刷機能

生産者		入荷実績レポート (2009年度)												印刷日: 2010/02/18 16:39:05		
品目	単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計	平均	標準偏差
【ぶどう】キャンベル: 1本																
全(数量)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
全(金額)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
数量(平均)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金額(平均)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
【ぶどう】キャンベル: 1パック (紅伊勢産地)																
全(数量)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
全(金額)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
数量(平均)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金額(平均)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
【ぶどう】高粒: 1パック																
全(数量)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
全(金額)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
数量(平均)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金額(平均)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
【ぶどう】紅伊勢: 1パック																
全(数量)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
全(金額)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
数量(平均)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金額(平均)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

図7 入荷実績レポート

(6) 販売管理機能

産直運営団体では、栽培計画を集計し産直全体の販売計画を作成する。販売計画は、生産者にフィードバックすると同時に、近隣レストランやホテルなど業務系消費者にも情報提供する。近隣レストランでは、地産地消の広まりもあり産直の商品を利用したいと考えているが、商品の季節性や産直の運用形態の特徴から安定供給が難しく利用できないことが多い。そのため、販売計画を提供することにより、産直全体としての供給量を把握し、食材利用がしやすくなる。

(7) 在庫管理機能

入荷管理機能と店内 POS システムと連動して、在庫管理の支援を行う。売上情報を用いて各生産者の売上状況と産直全体の売上傾向を定期的(1日3回)にメール配信し、生産者が頻りに店内在庫の確認に来る手間を省き、在庫状況に合わせた出荷の意思決定を支援する。また、売上情報をリアルタイムに取り入れ、直近の数日の売上情報からの売上予測と現時点の売上情報を比較し、売れ行き状況をシステム担当者が把握できるようにする。併せて、商品ごとの売り上げ予測を行い、現時点の売り上げから品切れが予測される場合は、特定期間に商品の販売実績がある生産者を検索し、出荷依頼を容易に行えるようにする。

メール管理	
メニュー	このトップページです。
売上グラフ	各日ごとの中身の多い少ないを簡単に確認できます。
在庫情報メール	いつもより売上が少なくなっています！
販売履歴	過去2週間分の売上から次の4時間までの予想売上と差額: 1,300円
メール作成/送信履歴	昨日の売上と前日と比べています！
生産者管理	2014年～2015年までの平均売上と差額: 100円
ログアウト	2014年～2015年までの平均売上と差額: 100円
	2014年～2015年までの平均売上と差額: 100円
	Copyright © Supreme Laboratory All Rights Reserved.

図8 メール配信システムの例

(8) 産直における導入効果

ここ数年間の各年の売上額の推移を作物の豊凶を示す作物指数で補正し最小二乗法で傾向分析したところ、年約3.1%の売り上げの伸びであった。

図9は、対象産直の主力商品であるりんご20種類の績データ(3239件、41名の生産者)を在庫情報メール受信者(32名)と未受信者(9名)に分け、生産者あたりの時間帯別の平均入荷件数について比較したものである。りんごの入荷から売上までに店内に滞留した時間である店内滞留時間の平均値は13.20時間であった。在庫情報メールの未受信者が8時から9時に入荷が集中するのに対し、受信者は10時のメール受信を受け補充する生産者も多いため、8時から11時に入荷がばらついている。また、午後の在庫情報メール受信による品切れに応じて入荷する傾向もうかがえる。これらは、りんごのみならず、ぶどうや野菜といった産直の主力商品において同様な傾向が見られた。

図10に、7月における桃太郎トマトにおける一日あたりの平均売上件数および平均在庫数について2名の生産者の例を示す。桃太郎トマトは、この時期の人気商品であるため、朝納入したものは、その日の内に売売される。また、生産者Aは在庫情報の提供を受けているため品切れに対し逐次補充をするのに対し、生産者Bは在庫情報の提供を受けておらず、朝8時にまとめて入荷する傾向があり、ほぼ同等の出荷量である。生産者Bは、午前中は平均売上数が多いが、午後には在庫切れが生じ平均売上数が少なくなる、これらは、適切な価格設定にも影響を与えたと考えられる。

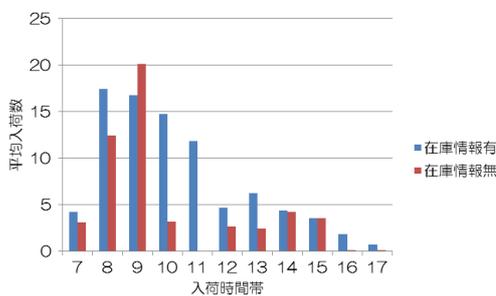


図9 在庫情報による平均入荷件数への影響

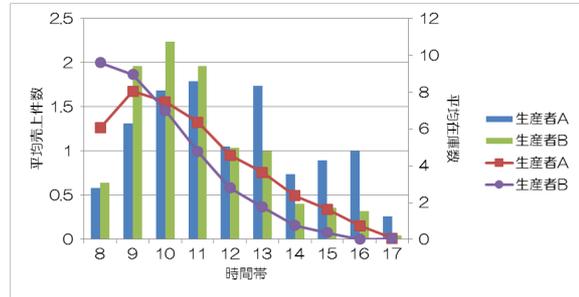


図10 在庫情報による平均入荷件数の影響 (桃太郎トマト)

(9) 生産者アンケート

2014年のアンケート時点で97%の生産者が家族の中で1名以上が売上情報の配信機能を利用しており、9割以上の生産者が売上情報を見て出荷量を変更すると回答している。

また、図11は出荷依頼機能の有効性についてのアンケート結果をまとめたものである(2014年1月実施)。産直全体の在庫状況に応じて出荷依頼されることにより、商品の品揃えを行いつつ機会損失を少なくすることで適正価格での販売が可能となるため、生産者からの評価も高い。出荷依頼機能は2013年12月から運用されており、繁農期での活用が期待されている。同時に、売上傾向についてのアンケートについての評価も高く、産直全体の売れ行きを知ることにより87%の生産者が出荷や栽培の参考にしておりと回答している。

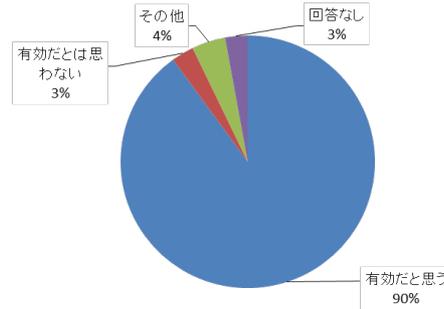


図11 出荷依頼についてのアンケート結果

図12は、販売計画に対する生産者の意識を調査したアンケート結果の一部である。栽培計画/販売計画の立案機能については、導入後も利用率が低く定着していない。年1回の栽培/販売計画の立案から徐々に計画見直しのサイクルを縮める予定であったが、現状も年度初めに入荷実績レポートを配布し、販売計画として集計するにとどまっている。販売計画ができたことにより、近隣レストランとの間で地産地消を目指した食材供給やコラボメニューが作られ一定の効果はあったものの、栽培/販売計画の必要性についての生産者への啓蒙活動や仕組みの改善が必要となる。

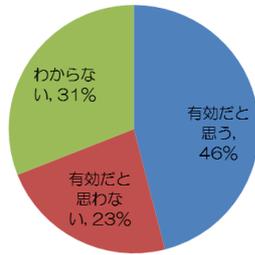


図 12 販売計画に関するアンケート結果

(10) 産直への適用より得られた知見

産直のように生鮮品を取り扱う販売物流においては、供給側が主な意思決定を行う在庫管理方式は効率的である。その際、供給側と販売側の情報共有や供給側の全体統制に工夫を行うことでより大きな効果が得られる。

供給側へ売上状況や売上傾向を提供することで適切なタイミングでの出荷が行え、品切れによる機会損失の防止や品揃えの確保が行える。売れ残りが少ない環境では、販売品の価格を適正に設定することが重要であり、そのためには出荷タイミングの調整が必要となる。

1 次産業のように情報技術の活用が遅れている分野での情報技術利活用は、導入および定常運用ができた場合の効果は大きい。利用者がメリットを感じやすい部分から順次導入することと、利用者の中心的人物の存在が大きいと思われる。

今回対象とした産直のように、参加目的が異なる供給者が混在している場合には、栽培/販売計画のような長期計画を共有することは、短期的な視点での業務改善に比べ導入が困難である。供給者の意識改革など長期的に取り組む必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

Takeo, T., Kasai, S., Horikawa, M., Sugawara, M., Price Elasticity of Demand Based on Shelf Time and Its Application for Fresh Agricultural Products, Journal of Japan Industrial Management Association, 査読有, 63, 4E, pp.304-311, 2013

下川原 健、竹野 健夫、堀川 三好、菅原光政: 農産物産地直売所における入荷・販売計画作成システムの構築、情報文化学会誌、査読有、19、2、pp.3-10、2012

[学会発表](計 10 件)

高島祐貴、堀川三好、菅原光政: 農産物

産地直売所を対象とした在庫管理手法の提案、情報処理学会大 76 回全国大会予稿集、2014/3/11、東京電機大学

竹野健夫、堀川三好、菅原光政: 農産物産地直売所における滞留時間を用いた価値弾力性の応用、日本ロジスティクスシステム学会第 16 回全国大会予稿集、pp.201-204、2013/11、日本大学

Takeo, T., Horikawa, M., Sugawara, M., Ohba, M.: Price Setting for Fresh Agricultural Product at the Farmer's Market, Proceedings of the 18th International Symposium on Logistics, pp. 530-536, 2013/7/7, Austria

堀川三好、竹野健夫、菅原光政: 生鮮品を取り扱う販売物流を対象とした在庫管理方式の提案、日本経営工学会平成 24 年度秋季研究大会予稿集、pp. 44-45、2012/11/17、大阪工業大学

高島祐貴、堀川三好、菅原光政: 生鮮品を取り扱う販売物流における在庫管理方式の提案、情報文化学会講演予稿集 20 回全国大会、pp.67-70、2012/10/6、東京大学

Takeo, T., Kasai, S., Horikawa, M., Sugawara, M., Ohba, M.: Performance indicators for small farmers in agricultural fresh food supply chain, Proceedings of the International Symposium on Logistics, 2012/7/8, CapeTown

下川原健、竹野健夫、堀川三好、菅原光政: 農産物産地直売所における入荷・販売計画作成システムの構築、情報処理学会第 74 回全国大会予稿集、pp. 4-631-632、2012/3/8、名古屋工業大学

竹野健夫、堀川三好: 農産物産地直売所における経営の高度化の取組、日本経営工学会平成 23 年度秋季研究大会予稿集、pp. 34、2011/11/12、岩手県立大学

下川原健、竹野健夫、堀川三好、菅原光政: 農産物における販売計画作成のための商品特性の分析、日本経営工学会平成 23 年度春季大会予稿集、pp. 14-15、

2011/5/29、愛知学院大学

Shimokawara, K., Takeno, T., Horikawa, M., and Sugawara, M., Collaborative Sales Plan among Farmers and Development of Arrival and Sales Planning Support System in Farmer's Store, Proceedings of the 16th International Symposium on Logistics, pp. 272-279, 2011/7, Berlin

6. 研究組織

(1) 研究代表者

菅原 光政 (SUGAWARA Mitsumasa)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・教授

研究者番号：60196706

(2) 研究分担者

竹野 健夫 (TAKENO Takeo)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授

研究者番号：10305302

堀川 三好 (HORIKAWA Mitsuyoshi)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授

研究者番号：40337473

岡本 東 (OKAMOTO Azuma)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授

研究者番号：10305310

植竹 俊文 (UETAKE Toshifumi)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・講師

研究者番号：20305288