

農産物産地直売所における在庫管理システムの運用と消費者行動の分析

葛西翔太[†] 竹野健夫[†] 堀川三好[†] 菅原光政[†]

[†]岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究所

農産物産地直売所は、生産者が商品を直接、消費者に販売する場所であり、生産者は商品の販売に関する意思決定を各自で行う。生産者は、出荷品目の量や出荷時刻を決定する際に、商品毎の消費者行動を参考とする。しかし、消費者行動の把握は、日中、圃場で作業する生産者には難しい。

本研究では、店内の在庫状況を把握する産直システムを構築し、実際の産直で運用した。また、得られた売上情報と入荷情報から、在庫数や価格、入荷時刻の違いによる売行きの影響や、生産者の棚位置による売上の影響を在庫滞留時間を基に分析した。分析結果は、生産者の値付けや出荷時刻の決定、店内における品目毎の在庫量の調整に活用する。

Operation of inventory management system and analysis of consumer behavior for farmer's store.

Shouta KASAI[†], Takeo TAKENO[†], Mitsuyoshi HORIKAWA[†], Mitsumasa SUGAWARA[†]

[†]Graduate School of Software and Information Science Studies, Iwate Prefectural University

In farmer's store, farmer sells his crops to consumers directly. In the store, he has to make decisions, e.g. price of crops, time of shipment, etc., to satisfy consumer's demand. As he has to work at farming field in the daytime, it is difficult to observe behavior of consumers in the store. In this paper, we propose an inventory management system for the store and present some analysis of consumer's behavior of which data is collected from the management system. The analysis can be utilized to farmer's decision making.

1. はじめに

農産物産地直売所（以下、産直とする）とは、生産者が商品を消費者に対して直接販売する場所である。産直では、その地域で採れた新鮮な農作物を販売することから、地産地消の役割も果たしている。また、生産者自身で陳列作業を行うため、消費者と直接会話する機会が多く、コミュニケーションの場にもなっている¹⁾。産直に商品を出荷する際は、出荷量や値付けといった販売に関する意思決定を生産者各自で自由に行っている。このことは、結果が売上として現れるため、生産者の生産や販売意欲の向上へとつながっている。しかし、複数の生産者が1つの大きな施設で販売するような産直では、次の3つの問題を抱えている。

- (1) 生産者は、普段圃場で農作業に従事しており、店内の販売状況を知ることが難しい。そのため、販売機会を損失する場合がある。
- (2) 生産者が行う値付けや販売量の決定、出荷時刻といった意思決定の際に必要な店内の在庫状況や販売傾向の分析が不十分である。
- (3) 産直が都市部から離れた場所に多いため、消費者が来店した際に、目的の商品が品切れを起こしている場合がある。

上記の問題解決に当たっては、情報伝達の正確性や迅速性が求められるため、情報システムによる解決が効果的である。

半澤ら²⁾は、生産者毎の入荷の管理を行う入荷管理システム、POS レジからの売上情報と入荷管

理システムからの入荷情報を用いて在庫情報を作成する売上在庫管理システム、産直のイベントや生産者の紹介を行う販売促進支援システムで構成される産直システム²⁾を提案し(1)の問題の解決を図った。入荷管理システムと販売促進支援システムは実際の産直に導入し、売上増加の効果を得られた。売上在庫管理システムはプロトタイプシステムを構築し、概要を紹介した。さらに、葛西ら³⁾は、生産者が同じ印刷内容の商品ラベルを作成する際の作業負荷に着目し、過去の履歴情報を用いて入荷管理の解決を図った。

本稿では、産直システムに在庫情報を店内の消費者に公開する棚位置管理システムと、遠隔地からの在庫状況の閲覧に対応する機能を追加した販売促進支援システムを構築し、実際の産直に導入した事例を示す。また、産直システムから得られた在庫情報から、在庫の滞留時間を算出し、在庫数や価格による売行きの影響の分析結果を示す。入荷時刻による売行きへの影響の要因を、因子分析により明らかにする。さらに、生産者の棚位置が変わることによる売上の影響があることを分散分析により明らかにする。分析結果は、生産者が各自で行う値付けや、出荷時刻、店内に販売されている在庫量の調整を行うために用いる。

第2章で実際に導入したシステムの概要を説明し、第3章では、在庫情報と売上情報を用いて分析した結果について、第4章では、棚位置情報と売上情報を用いて分析した棚位置分析の結果について説明する。最後に第5章で、本研究の結論と今後の展望を示す。

2. 産直システムの概要と導入事例

2.1 対象とする産直

本研究では、岩手県にある農事組合法人 A 農産物直売組合(以下、産直 A とする)を対象とする。産直 A は、道の駅に隣接し、休日の日は家族連れや、観光客が多く訪れる。組合員数は約130人で、県内では中規模の産直に位置する。店内には、生産者毎に商品棚があり、各自で陳列作業や在庫管理をする。また、店舗の運営も、生産

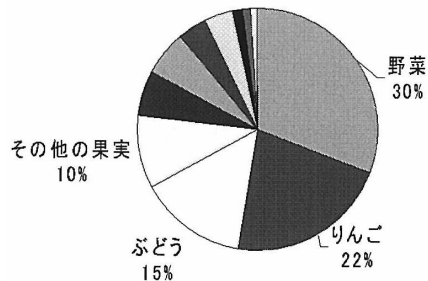


図1: 産直 A の 2008 年入荷割合
Fig.1 Receiving shipments of farmer's store A in 2008

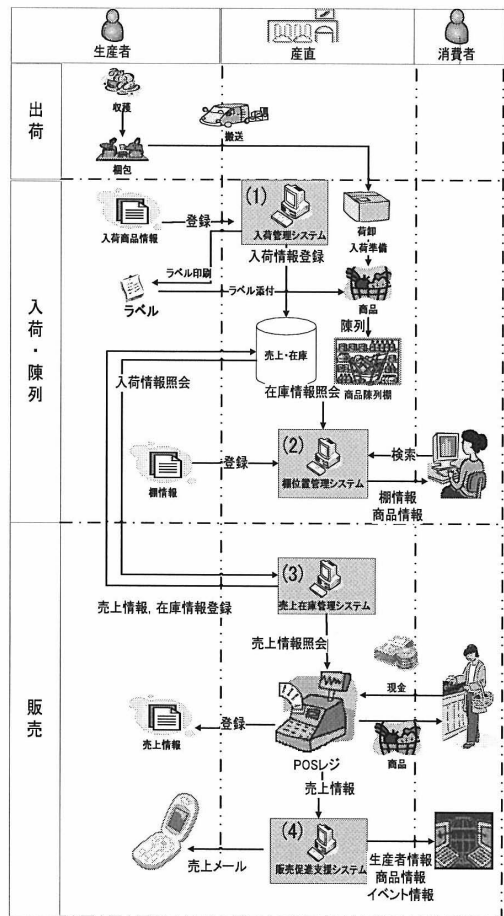


図2: 産直システムの業務フロー
Fig.2 Advance system of business process in the farmer's store

者の中から役員の選出やアルバイトを雇っている。産直 A の入荷商品は、果実が約 50%を占め、次いで野菜が 30%を占める（図 1）。一部の商品は、贈答品としても販売している。産直 A は、9月に繁忙期を迎え、年間売上の半分を占める。

2.2 産直システムの業務フロー

図 2 に産直 A に導入した産直システムの業務フローを示す。産直システム²⁾は、入荷管理システム、売上在庫管理システム、販売促進支援システムで構成されており、既存のシステムに棚位置管理システムと、販売促進支援システムに在庫情報公開機能を追加した。

(1) 入荷管理システム

生産者は、商品を陳列する際に、産地や出荷日等を明記したラベルを商品に添付する。商品ラベルを作成することによって、入荷登録を自動で行う。ラベルを事前に発行し、後日入荷する際は、作成したラベルに印字されているバーコードを読み取ることによって、その日入荷したことを登録する。また、過去の入荷履歴情報を用いることによって、入荷登録をスムーズに行うことができる。

(2) 棚位置管理システム

店内に端末を設置し、消費者は店内で在庫状況や、目的の商品の棚の位置を検索する（図 3）。検索方法は、生産者の一覧からの検索と商品分類からの検索、商品の入荷時刻順の検索から成る。生産者の棚位置が変更となる場合は、役員が変更を行う。

(3) 売上在庫管理システム

入荷管理からの入荷情報と、POS レジからの売上情報を基に在庫情報を作成する。在庫情報は 15 分おきに更新する。生産者に作業負担をかけないように自動で更新を行うようにした。

(4) 販売促進管理システム

Web アプリケーションシステムとし、イベントや生産者に関する情報を消費者に発信する。また、売上情報を、毎日指定した時間に各生産者の携帯電話へ売上メールとして送信し、在庫

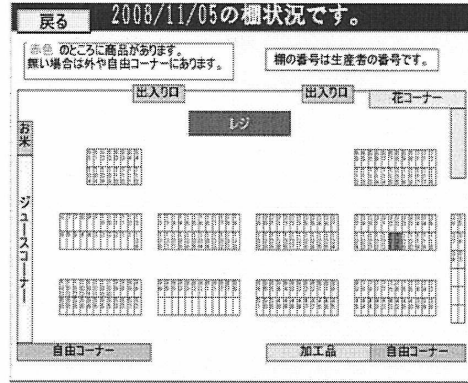


図 3：商品の棚位置情報の提供画面

Fig.3 Screen capture of goods position management system



図 4：インターネット上からの在庫情報の提供画面

Fig.4 Screen capture of sales promotion system

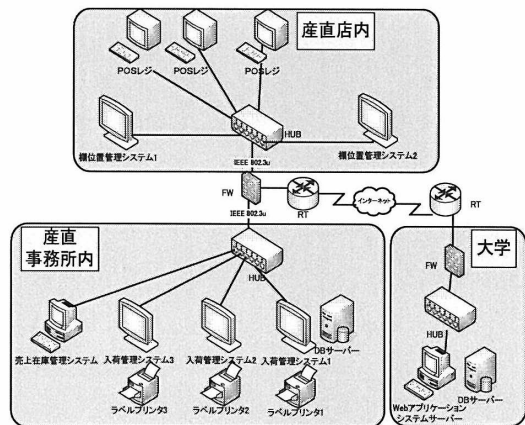


図 5：産直 A で運用している産直システムの機器構成

Fig.5 Configuration diagram for farmer's store A

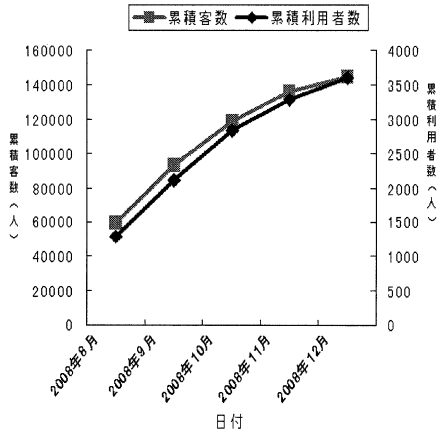


図 6：棚位置管理システムの利用状況（累計人数）
Fig.6 Usage of goods position management system (cumulative number of consumer)

の過不足を防ぐ。販売商品の在庫状況の閲覧（図 4）を可能としたことで、消費者は、遠隔地からでも店内の在庫状況を把握し、産直を訪れるようになる。

2.3 産直システムの導入

産直 A に 2007 年 1 月から産直システム²⁾を、導入し、さらに 2008 年 7 月末から在庫情報の公開機能を追加した。図 5 は現在運用しているシステムの機器構成である。産直 A には、入荷管理用パソコン 3 台、売上在庫管理用パソコンを 1 台、POS レジを 3 台、棚位置管理用パソコン 2 台を設置し、Web サーバーは管理上、大学内に 1 台設置した。

また、図 6 は産直 A を訪れた客数と棚位置管理システムの利用状況である。客数は POS レジからのデータを用いた。縦軸は累計人数を示しており、客数の増減に応じて利用者数も増減している。導入してから現在までの利用者数は、約 3700 人という状況である。

3 販売商品の在庫滞留時間分析

産直 A では、2009 年 1 月現在、約 870 種類の商品が登録され、その入荷時期や入荷量も多様である。これらの売行き状況を把握するため、入荷してから販売されるまでの在庫滞留時間

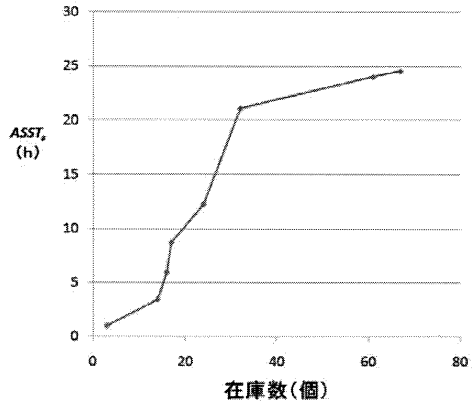


図 7：在庫数と平均在庫滞留時間（紫波くちや豆）
Fig.7 Stock quantity and Average stock stay time (Shiwakucha bean)

(SST) を指標として活用する。 SST に用いる入荷時刻はラベルの発行時間とし、1 人の生産者が入荷した 1 つの商品は、ラベル 1 枚のデータを用い計算する。また、売上時刻は、POS レジで精算した時間とする。ただし、営業時間外は除く。また、 SST の平均を平均在庫滞留時間 $ASST$ とし、1 人の生産者が同じ品目の出荷をする際に、異なった価格で出荷している場合は、価格毎に $ASST$ を計算し $ASST_p$ として示す。また、同一生産者が同一品目、同一価格で出荷している場合の店内の在庫数毎の $ASST$ を $ASST_s$ で示し、入荷時刻毎の $ASST$ を $ASST_o$ で示す。

3.1 在庫数による売行きの影響

店内に販売している在庫数によって売行きが変化すると仮定し、限定商品で出荷数が限られており、価格が固定されている商品を選択し（紫波くちや豆）、生産者一人の在庫数と $ASST_s$ について考察した。図 7 に、紫波くちや豆の在庫数と $ASST_s$ の関係を示す。2008 年は 9 月のみ販売しているため、9 月のデータを用いた。図から、店内に陳列している在庫数が多くなるにつれて、 $ASST_s$ が増加していく事を読み取ることができ

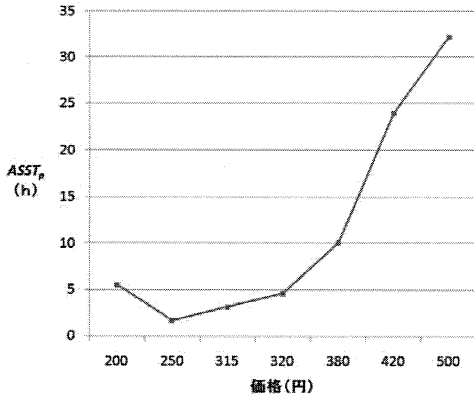


図 8：価格毎の平均在庫滞留時間
(プルーン1パック)

Fig.8 Average stocks stay time of each price
(A pack of prune)

る。また、在庫数が 25 個を超えると極端に増加することがわかる。この商品の消費者に対する需要は多くて 15 個までと考えられる。

3.2 価格による売行きの影響

生産者が設定する価格によって、 $ASST_p$ がどのように変化するかについて考察した。図 8 は、2008 年の 10 月から 11 月のデータを基に行ったプルーン 1 パックの例である。産直 A の、プルーンは、贈答用など的高级品扱いのような価格帯がなく、決まった生産者が作っている。プルーンの場合、320 円までは大きく $ASST_p$ が変わらない

いが、320 円を超えると $ASST_p$ が長くなる。

3.3 価格毎の入荷数と売行きの影響

価格によって、入荷数が異なる場合、 $ASST_p$ が、どのように変化するかを考察した。図 9 はぶどうの品種の一つである、キャンベルの価格毎の入荷数と $ASST_p$ の関係を示している。キャンベルは、9 月の全商品の入荷数の 3 割を占めてい

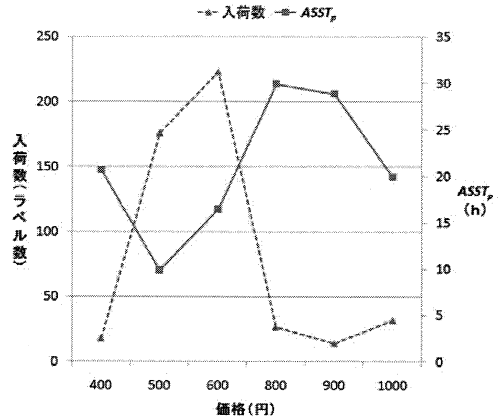


図 9：価格毎の入荷数と平均在庫滞留時間
(キャンベル1箱)

Fig.9 Average stocks stay time of each price and shipping status
(A box of campbell's)

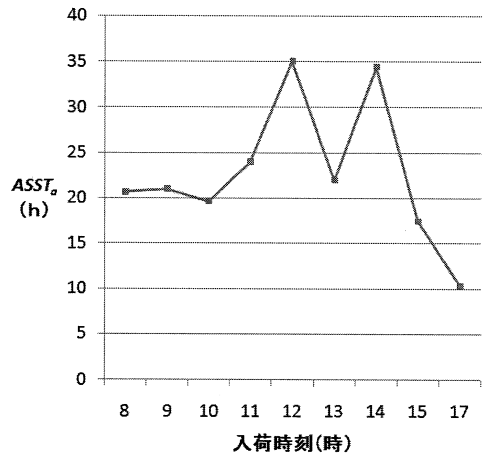


図 10：入荷時刻毎の平均在庫滞留時間
(キャンベル1箱)

Fig.10 Average stocks stay time of each shipping time

る。今回用いたデータは、2008 年 9 月から 11 月までのデータである。入荷数は、入荷管理システムからのラベル発行枚数を用いた。図 9 から、比較的入荷数が多い価格は、 $ASST_p$ が減少し、入荷数が少ない価格は、 $ASST_p$ が増加するという結果が得られた。消費者は、店内に同一の商品が

表 1 : 入荷時刻毎の在庫滞留時間の分布数
Table.1 Count of average stocks stay time of each shipping time

<i>SST</i> <i>AT</i>	～6 時間	～12 時間	～18 時間	～24 時間	～30 時間	～36 時間
8 時台	49	17	35	4	29	2
9 時台	36	18	32	15	25	2
10 時台	18	3	7	0	2	1
11 時台	12	6	27	2	2	0
12 時台	3	0	8	0	1	0
13 時台	12	3	6	11	2	4
14 時台	4	2	6	2	0	0
15 時台	2	9	3	1	1	4
17 時台	0	2	1	0	0	0

表 2 : 因子負荷量と寄与率
Table.2 factor loading and contributing rate

	第 1 因子	第 2 因子
8 時台	-1.9874	0.412103
9 時台	-1.59022	0.189062
10 時台	0.497018	-0.59325
11 時台	-0.08228	-0.91791
12 時台	0.396092	-0.5821
13 時台	0.700553	1.721839
14 時台	0.564267	-0.9747
15 時台	0.829664	1.654606
17 時台	0.672302	-0.90966

表 3 : 因子得点
Table.3 factor score

	第 1 因子	第 2 因子
～6 時間	-0.93301	-0.14036
～12 時間	-0.93604	0.046485
～18 時間	-0.86438	-0.33374
～24 時間	-0.60756	0.284017
～30 時間	-0.97405	-0.13119
～36 時間	-0.35467	0.933703
寄与率 (%)	65.62547	18.38204
累積寄与率 (%)	65.62547	84.00752

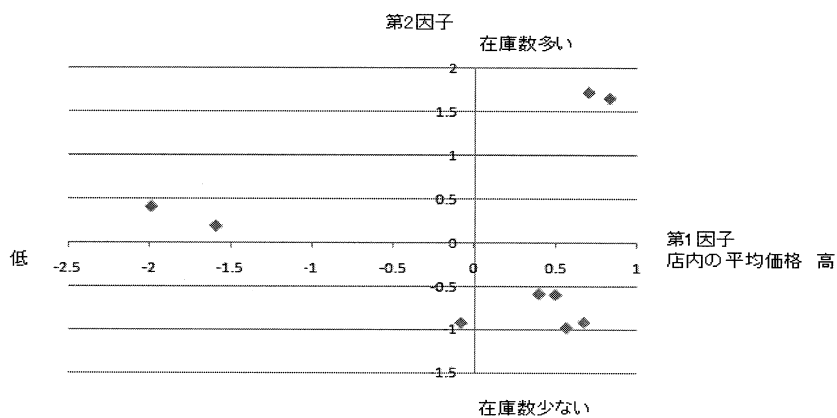


図 11 : 表 3 の因子得点
Fig.11 factor score of table.3

多い場合、多く売られている価格を一般的な価格として認識したため、よく売れるのではないかと考えられる。

3.4 入荷時刻による売行きの影響

入荷時刻によっても売行きが変わると考え、前節と同じキャンベルのデータを用いて、 $ASST_a$

を求めた。図 10 は、開店してから 1 時間毎に区切り、それぞれの時間帯で入荷した場合の

$ASST_a$ を示すグラフである。図より、開店して

から 3 時間と閉店前 2 時間の売行きが良く、この結果の要因について、因子分析^{4) 5)}を用いる。

表 1 は、入荷時刻と滞留時間を一定の間隔に分け、滞留時間の個数を表に示した結果である。入荷時刻は午前中が多く、午後のは、在庫が少なくなり、補充のための入荷と考えられる。表 2 は、表 1 を基に計算した因子負荷量である。第 1 因子は、全て負の負荷量となり、第 2 因子は、正と負の負荷量が混在している結果となった。さらに、両方の因子を合わせた寄与率が 84% と非常に高い値を示していることから、この 2 つが大きな要因であると考えられる。しかし、因子負荷量からでは、2 つの因子が何を示しているのかの特定には至らなかったため、表 3 に示す因子得点を参考とした。また、表 3 を基に散布図としたものが図 10 である。横軸は第 1 因子、縦軸は第 2 因子を示しており、価格や生産者等の入荷の詳細内容や在庫や売上情報を解析した結果、第 1 因子は、店内に販売しているキャンベルの平均価格であった。産直 A では、午前中に入荷数が多く、価格も安いものから高いものまで入り混じっている状況である。その中から、図 9 で示している 500~600 円台のものといった比較的安めの物が売れていくため、店内の平均価格は上昇していく。また、第 2 因子は、店内の在庫数という結論に至った。因子得点は在庫数が多いと正の値になり、少なくなっていくと負の値になっていく。8~10 時の間に売れていくため、10~12 時台は品薄の状態となる。しかし、売上メールを見た生産者が補充をするため、11 時台でピークを迎えた値が徐々に正の値になる。8 時台より、13 時台や 15 時台の値

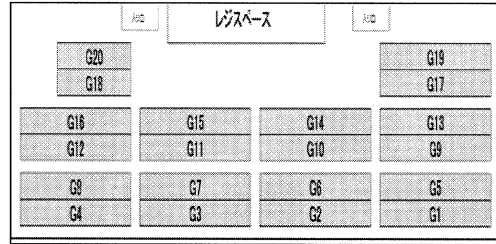


図 12 各棚をグループ分けした図
Fig.12 Split of showcase group

表 4 分散分析表 (9/19~9/25)
Table.4 Analysis of variance table

要因 Source	自由 度 f	変動 S	分散 V	分散 比 F	寄与率 ρ
G (棚グループ)	3	6472.987	2157.662	6.875 **	15.14%
e (個別)	109	34209.514	313.849		84.86%
T (合計)	112	40682.501			100.00%

が大きくなるのは、入荷数は 8 時台の方が多いが、売れている分もあるため、在庫数としては 8 時台の方が少ないと考えられる。これは、時間による客数の違いによる影響とも考えられる。客数の少ない時間では在庫が残りがちである。以上の結果より、入荷時刻による売行きの影響の多くは価格や、店内の在庫数によるものである。

4 棚移動による売上の影響分析

産直 A では毎週一定の法則に従い、生産者の棚移動を行う。そこで、毎週棚位置が変わることによって売上に影響があるかについて、売上情報や棚位置情報を基に検証した。使用したデータは、2007 年 9 月 19 日から 10 月 16 日の 4 週間で、店内にある 113 棚について週ごとの売上を集計した。これを基に分散分析による F 検定⁶⁾を行い、有意差を調べた。

棚位置の移動ルールを考慮した結果、図 12 に示す棚グループに分けた。各グループは G1 から G20 までである。棚グループによっては、異なる棚数の場合があるため、3 水準以上ある場合の分散分析⁶⁾を行った。

初めに、分散分析による検定を行うにあたって、

以下の仮説を立てた。

帰無仮説：棚グループ間で週の売上は同一分布に従う。

対立仮説：棚グループ間で週の売上は同一分布に従うとは言えない。

次に、帰無仮説を検定するために、売上を週毎に集計した売上情報から分析を行った。表 4 に分析を行った結果を示す。寄与率が約 15% で危険率 1% であった。

また、同じように各週の分散分析表を作成した。各週のまとめた結果を次に示す。

9/19～9/25： $F_{109}^3(0.01) < 6.875$ 寄与率 15.14%

9/26～10/2： $F_{110}^3(0.01) < 6.821$ 寄与率 14.92%

10/3～10/9： $F_{111}^3(0.01) < 7.778$ 寄与率 16.63%

10/10～10/16： $F_{110}^3(0.01) < 8.206$ 寄与率 17.54%

上記から、どの週も棚のグループによる要因が危険率 1% で有意であり、寄与率 15% 前後という結果が出た。よって、帰無仮説が棄却され、生産者によって棚の場所で損得をしていると言えるため、生産者に平等な販売機会を得られる工夫が必要となる。

5 おわりに

本稿では、産直システムに棚位置管理システムと在庫状況の公開機能を追加した販売促進支援システムを実際の産直に導入した。これにより、消費者が在庫数を見て訪問するため、遠隔地からでも訪問するきっかけとなった。また、得られたデータから売上情報と入荷情報を用い、在庫滞留時間を求め、産直 A で販売されている一部の商品の在庫数や価格、入荷時刻と売行きの影響についての分析を行った。その中で、入荷時刻による売行きの影響の要因分析を因子分析を用いた結果、価格と店内の在庫数による影響だと明らかにした。そして、生産者の棚位置を変えることによる売上の影響を棚位置情報と売上情報を基に分析

し、棚位置による売上の影響を明らかにした。以上より、生産者が商品を販売する際に、各自で決定する値付けや、出荷量、出荷時刻についての参考情報となった。

今後は、商品毎に販売傾向を整理し、情報システムを用い、各生産者に提供することで売上金額への影響を分析する。そこでは、提供した情報を用いて意思決定を行った生産者と提供した情報を使わなかった生産者による違いや、提供する情報による売上金額への影響等を課題として取り組む。

参考文献

- 1) 田中満：人気爆発・農産物直売所，株式会社ごま書房，(2007)
- 2) 半澤幸恵，葛西翔太，菅野幸貴，竹野健夫，堀川三好，菅原光政：産地直売所における生産・出荷調整支援システムの開発，情報処理学会研究報告，2007-IS-102，pp.21-28，(2007)
- 3) 葛西翔太，竹野健夫，堀川三好，菅原光政：農産物産地直売所における履歴情報を用いた入荷管理システムの構築，情報処理学会第 70 回全国大会，(2008)
- 4) 杉原敏夫，藤田渉：多変量解析，牧野書店，(1998)
- 5) 吉沢正，芳賀敏郎：多変量解析事例集第 2 集，日科技連出版社，(1997)
- 6) 田口玄一：統計解析，日本規格協会，(1980)