

穀粒乾燥貯蔵施設の調査研究

岩尾俊男[※]・田辺一[※]

Toshio IWAO[※], Hajime TANABE[※]
Studies on Paddy Drying and Storage Complexes

I. 緒言

出雲地域に建設されつつある穀粒貯蔵施設は、年々増加の傾向にある。とくにその施設は、出雲市、平田市および斐川町に集中している。しかし、これらの施設の建設、運営は各農協の手に委ねられているのが現状であるので、地域的な条件を加味し、地域全体を見通した合理的な設置が望まれるところである。

一方、その利用面では、建設に可成りの高額な投資(2000t 施設で約3~4億円)をとまなうものであるから、年間の利用計画とともに、入荷するもみの実態に対応させていかに能率よく稼働するかの問題が内在する。すなわち農家区分別に日々入荷するもみは、入荷量や水分が著しく変動するので、これらを弾力的にスムーズに受け入れるための対策が長年にわたって苦慮されている点である。したがって、これら施設のさし当てる問題は、変動する入荷もみ量の特性を解明し、これに適合する施設に改善すると同時に、効果的な運営をすることにあるだろう。

この研究は、出雲地方における収穫方法の改善普及とこれら地域を代表すると考えられる出雲市農協カントリーエレベータについて、入荷を中心とした設備内容、入荷および滞荷量について、現状施設の問題点を把握することを目的に、最適な荷受部の処理能力および操作方法を検討したものである。

II. 出雲地域のコンバインの普及と穀粒貯蔵施設

調査対象地域は、出雲、平田の2市と斐川、大東、加茂、木次、仁多、横田、三刀屋の7町および吉田村である。

これらの市町村の水稲栽培面積は約13000haで数年来大きい変動はない。出雲の三市町と他の地域との水稲

栽培面積比は、ほぼ6:4の割合であり、この地域での3市町の占める割合は大きい。この割合と地理的条件が、当然の結果としてコンバインの普及、穀粒乾燥貯蔵施設の設置に影響することとなっている。

これらの施設の普及は、収穫方法の改善としてのコンバインの利用によるところが大きいものと考えられる。

これらの地域でのコンバインの普及率は、年とともにほぼ二次曲線的に増加の傾向が見られる。(Fig. 1 参照)、とくに、出雲3市町の普及率は急増の傾向があり、全体の約87% (1978年調べ) に及んでいる。

これらの地域での穀粒乾燥貯蔵施設の設置は、ライスセンタの1959年を初めとして、76年までに9施設が設けられ、1回当たり乾燥機の総張込能力は、291トンに達している。一方カントリーエレベータでは、66年を初めとして76年までに6施設が設置され、その総収容能力は10900トンに達している。しかし、カントリーエレベータの設置は出雲の3市町に限られている。

これらのことは、その設置が各農協によって行なわれ

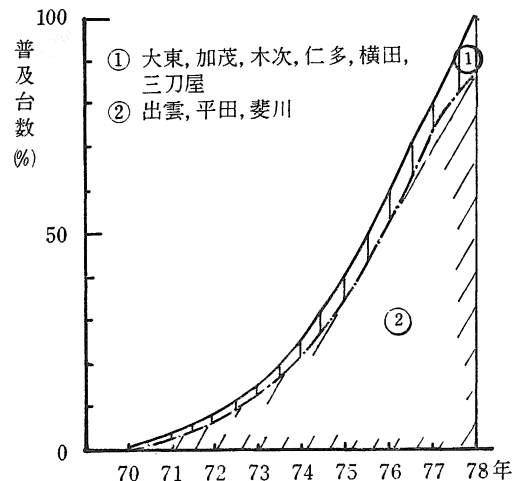


Fig. 1 出雲地域におけるコンバインの普及台数、農協調査資料による。

ていることにもよるが、施設数の急増とコンバインの急速な普及が一致する。これは、収穫方法の改善によるコンバインの普及が施設の必要性を高めた結果であろうと考えられる。

しかしながら、収穫の大部分はコンバインによるものと考えられ、例えば出雲市農協の地域においては、施設の収容・処理能力は全収穫量の約24%にとどまっており、収穫されたもみの大部分は農家の各々の処理に委ねられている現状であり、施設の今後の一層の普及が望まれるところである。

III. 出雲市農協カントリーエレベータの設備内容および入荷もみの状況

1) 設備

Fig. 2 は出雲市農協河南カントリーエレベータ (2900トン) 施設のフローチャートである。設備は、荷受部、一時貯留サイロ、乾燥部、貯蔵サイロ (本サイロ) およびもみすり出荷部から成り立っている。

入荷されたもみは、ピット、コンベヤー、粗選材、オートサンブラ、オートスケールを通り、水分別に一時貯留サイロ (40トン, 3本)、間隙サイロに運ばれる。一次乾燥により約17~18%に乾燥されたもみは、本サイロ (250トン, 8本, 225トン, 4本) に一時貯留され、荷受けシーズンの終了後に、本サイロより取り出され、約14%の水分にまで乾燥され再び本サイロに貯蔵される。施設の機械の処理能力は、スムーズに運転するためほぼ同一の能力 (15t/h) に統一されている。

2) 入荷もみの状況

出雲市農協カントリーエレベータの過去9年間の年次別の利用状況は、第1表に示すとおりである。69年に収容能力900トン規模で初めて設置された河南カントリーエレベータは、73年に2000トンが設けられ、75年に北部カントリーエレベータ2000トンが設けられた。

69年の建設当時は、収容能力の小さいこともあるが、収穫方法が、手刈りあるいはバインダ刈りで架干しのものが大部分であったこと、コンバインの普及数も僅かで農協の作業班が所有していたもののみであったことなどにより、施設利用の割合は、全水稲面積の約5%以下に過ぎなかった。

73年頃より、コンバインが著しく普及する傾向となり、これが施設の増加の必要性を促し、現在では施設利用面積は約24%に達している。これらの施設の増設は、コンバインの普及による生もみの取り扱い量の増加に伴

第1表 出雲農協カントリーエレベータの利用状況

年	収容能力 (ton)	入荷もみ量 (ton)	コンバイン普及台数 (台)	水田面積 (ha)	利用面積 (ha)	施設利用面積割合 (%)
1970	900	407	3	3,800	150	3
1971	900	537	15	3,400	110	3
1972	900	938	27	3,100	180	6
1973	2,900	3,048	42	2,800	400	14
1974	2,900	2,557	79	3,370	465	15
1975	4,900	3,900	139	3,330	665	20
1976	4,900	4,105	197	3,300	686	21
1977	4,900	4,251	280	3,200	707	22
1978	4,900	4,254	326	2,960	708	24

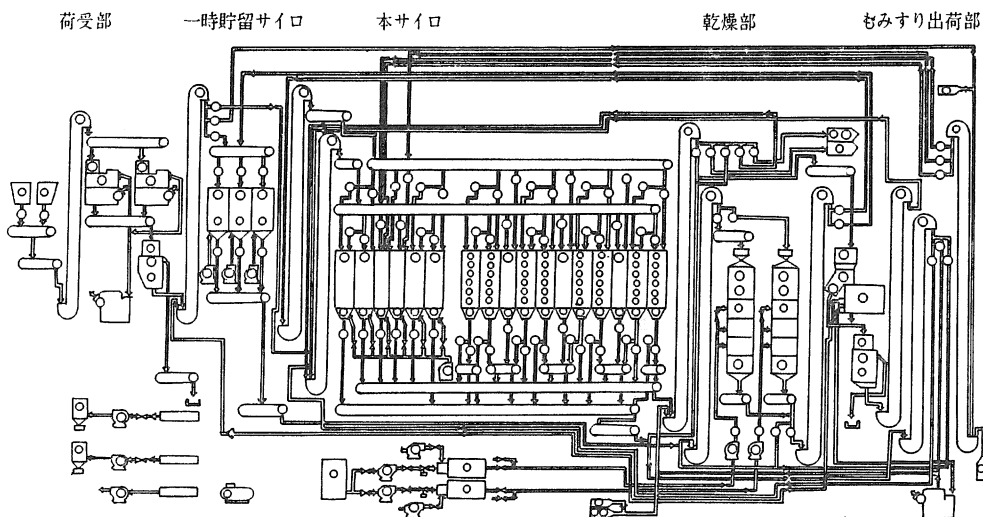


Fig. 2 出雲農協河南カントリーエレベータのフローチャート

って伸びたものと考えられる。

第2表は77, 78年の処理実績であり, Fig. 3 (A)(B), Fig. 4 (A)(B)は, それぞれ日別入荷もみ量, 日別入荷階級区分別ひん度であり, Fig. 5は, この地域における過去5年間の収穫時期9月10日~11月20日における降雨日(10mm以上)である。

収穫期間は, 年によって多少の変動がある。また実入荷日数は年により変動が認められるが, ほぼ50日程度と見込まれる。作業期間中の入荷変動は著しく, その運営の困難さを示している。

第2表 カントリーエレベータの入荷実態

		1977		1978	
		河 南	北 部	河 南	北 部
入 荷 期 間		9.14~11.28	9.23~10.23	9.02~11.12	9.06~10.31
実 入 荷 日 数		55	31	59	42
荷 受 受 も み	品 種 名 お よ び 入 荷 比 率 (%)	大 空 1.9 ニホンマサリ 12.1	20.8	大 空 13.6 ニホンマサリ 15.7	19.6 25.4
	近 畿 33 号	3.1			
	日 本 晴	82.8	79.2	70.7	56.3
	全 重 量 (kg)	2,204,398	2,046,805	2,308,470	1,973,030
1 日 平 均 入 荷 量 (kg)		40,079	66,025	39,128	46,977
全 入 荷 対 する 比 率 (%)		1.8	3.2	1.7	2.4

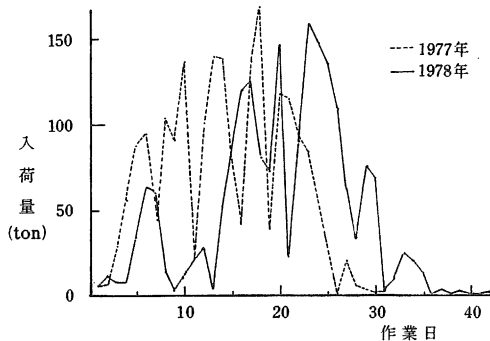


Fig. 3 (A) 日別入荷量 (北部カントリーエレベータ)

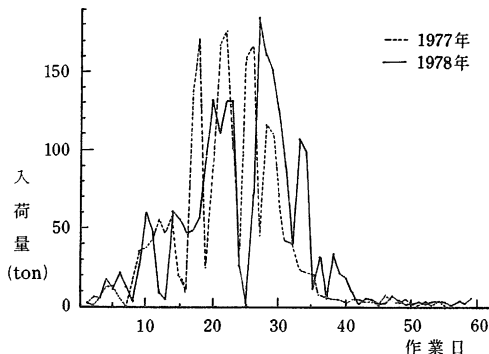


Fig. 3 (B) 日別入荷量 (河南カントリーエレベータ)

入荷階級区分別では, 10トン以下の入荷件数が全入荷量の50%程度になっている場合もあり, 一般的に10トン以下の入荷日の多いのがこの地域の特徴でもあるだろう。

最近, 入荷変動の減少対策として, 出雲市農協では利用者の予約申し込み制度を採用し, 入荷日, 品種および搬入量などの指定を行なっているが, 気象条件, 作柄, 農家の経営上の都合などにより, 日々入荷量の変動は避けられないようである。(Fig. 3(A)(B)参照)。

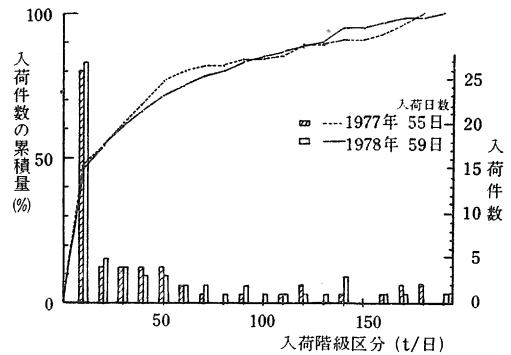


Fig. 4 (A) 入荷階級区分別ひん度 (河南カントリーエレベータ)

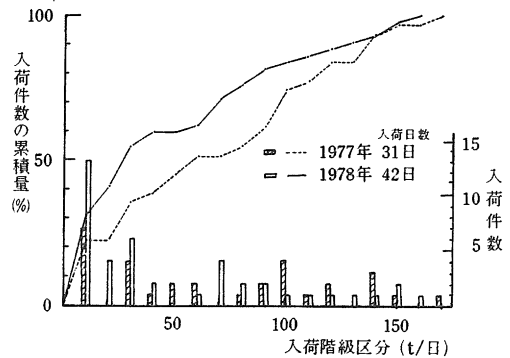


Fig. 4 (B) 入荷階級区分別ひん度 (北部カントリーエレベータ)

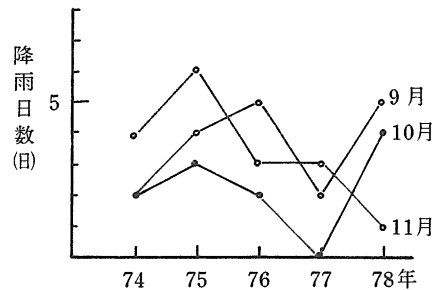


Fig. 5 出雲地域の降雨日数 (9月10日~11月20日)
註: 日降雨量 10mm 以上

もみの搬入は、73年頃にはトラック（2～4トン積）による搬入がかなりの部分を占めていたが、今年の実態調査によると、自家用の軽トラック（0.5トン積、20kg袋が20～25個）による入荷が主体で、入荷は夕方集中する傾向になっている。

一方出雲地方での収穫時期9月10日～11月20日までの気象条件で、10mm以上の降雨の日数は5～13日程度であり、降雨量の少なかった76年を除けば、晴天の日数は全体の80%程度と見込まれ、当初予想された収穫時期での山陰地方での気象上の不利は、コンバインによる収穫が増加するにしたがって漸次なくなるものといえるだろう。

Fig. 6 (A)(B), Fig. 7 (A)(B), Fig. 8 (A)(B)はそれぞれ作業日品種別の累積入荷率、日別入荷率、もみ含水率・品種別入荷率および水分別入荷量である。

早期における早生品種の日別入荷率は、3～4%以下であるが、早生品種の入荷日が他の品種などの入荷日と重なっている。全作業日の前半20～30%における累積入荷率は、20%以下になっている。カントリーエレベータの全作業日にわたって均等化した入荷を予想するとすれば、初期における入荷率の増加を目標とし、早生品種栽培面積の増大への指導も1つの方法であろう。

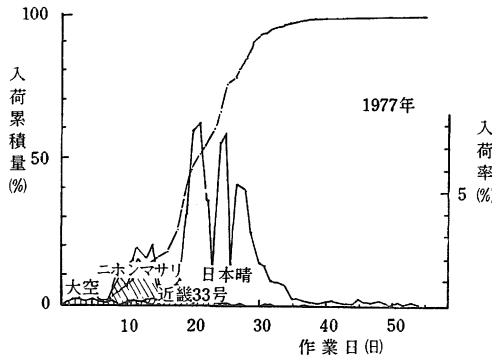


Fig. 6 (A) 品種・日別入荷量 (河南カントリーエレベータ)

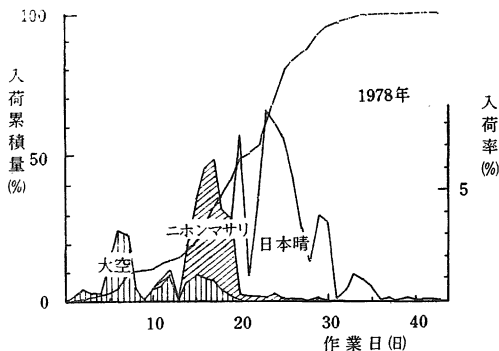


Fig. 6 (B) 品種・日別入荷量 (北部カントリーエレベータ)

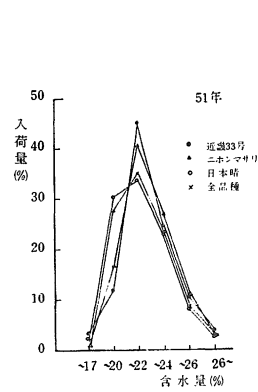


Fig. 7 (A) もみ含水率別の入荷量 (河南カントリーエレベータ)

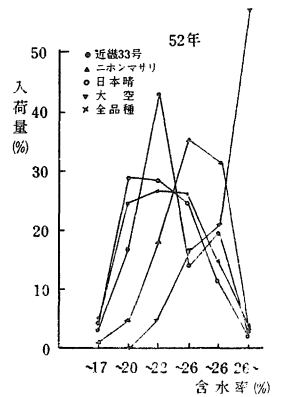


Fig. 7 (B) もみの含水率別の入荷量 (河南, 北部カントリーエレベータ)

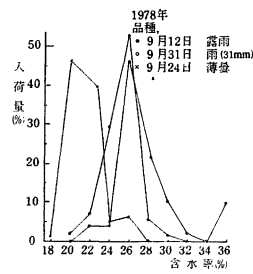


Fig. 8 (A) もみの水分別入荷量 (1日) (河南カントリーエレベータ)

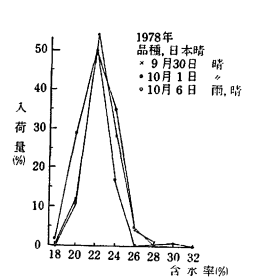


Fig. 8 (B) もみの水分別入荷量 (1日) (北部カントリーエレベータ)

これと同様に、作業日後半での入荷量の低下を補う方法として、晩生品種の栽培も考えられるべきであろう。

76, 77年の水分別、品種別入荷については、降雨日数の少ない76年に収穫されたもみは、品種の別なくそのもみの含水率は20～22%がピークとなり、これらの水分のもみは、全もみの約35～45%を占め、含水率26%以上のもみは約3%であり、含水率22%以上のもみは全体の約35%となっている。一方、77年においてはすべて含水率20%以上で、含水率26%以上のもみが約63%を占め、早生品種にありがちな高水分もみの入荷となっている。この傾向は、近畿33号、ニホンマサリなどの品種に見られる。日別入荷量の含水率の分布は、降雨のあった9月15日では、26%以上のもみが約80%以上にも達している。9月12日に収穫したもみについても、含水率26%以上のもみが約60%以上になり、高水分もみの入荷状態である。

9月24日以降の入荷では、含水率のピークも20～22%前後となり、前者に比べて低い値になっている。

これらのことから、収穫時期を少しでも遅くすること

により、低水分もみの入荷が期待され、その後の施設における乾燥貯蔵の取り扱いがスムーズになるのではないだろうか。

日本晴については、降雨による差は明確でなく、含水率22%程度がピークになっている。

以上のことから、高水分もみの入荷を避ける方法として、それぞれの品種について収穫時期の適切な指導が必要であるだろう。

IV. 入荷型および滞荷シミュレーション

1) 入荷

本施設の入荷方法は、農家個別の持ち込みで、原則として8時から17時までの受け入れになっている。荷受部の滞荷は、時刻別、日別入荷量および荷受の処理速度（一般にオートスケールの処理速度、サービス口数）によって左右されるものであろう。

(1) 時刻別入荷；1日の時刻別入荷量は、収穫方法、天候、搬入方法、栽培品種、収穫の時期などによって異なるものであろう。コンバインの普及が少ない73年以前では、手刈り、バインダ刈りが主流となり、架干しが広く行われていたので、搬入されるもみの含水率は17%前後の半乾燥もみが大部分で、即乾燥の必要性がなく、搬入手段の整った時点で、トラックによる一括搬入が大

部分であった。しかし、76~78年における搬入は、コンバインの普及によって、大部分が小型トラック（20袋、20~25個積）で行なわれている。このように収穫方法の変化が、時刻別入荷の状態を変えつつあるものと考えられる。したがって、時刻別入荷型を推定する場合に、実態調査によって確かめることが適当と考え、作業日の初期、中期、後期について8時から20時まで実態調査が行なわれた。この場合、入荷量とは時刻別に到着した量のこと、施設において入荷・秤量された量ではない。

収穫時期の初期、後期における時刻別入荷の状態は、午前と午後にピークが生じ、正午における入荷量が著しく少なくなる傾向となる。この時刻別入荷状態を便宜的にI型入荷とする、(Fig. 9(A)参照)。入荷量の多い時期における時刻別入荷の状態は、入荷量が夕方に集中する傾向となる。この時刻別入荷状態を便宜的にII型入荷とする、(Fig. 9(B)参照)。この場合の入荷待ち時間については、今年の調査によると午前中は長い場合で5~10分程度であるのに反し、午後のピーク時以後では約1~2時間に及んでいる。これらの原因の1つには、コンバインによる収穫の作業が日没まで行なわれるため、夕方に入荷が多くなることによるものと考えられる。この傾向は、コンバインの普及とともに一層強まることが予想され、長い待ち合わせ時間は施設の利用者離れをなす大きな原因の1つでもあるだろう。

したがって、これら施設の利用を一層発展させるためには、オートスケールによる1回の測定量を大きくすること、および単一サービスでなく複数サービス組織にして、待ち時間の解消に努める必要があるだろう。

(2) 日別入荷 ①入荷の形態 Fig. 10 (A)~(D)は、過去の日別入荷の事例である。これらの入荷状態は、均等

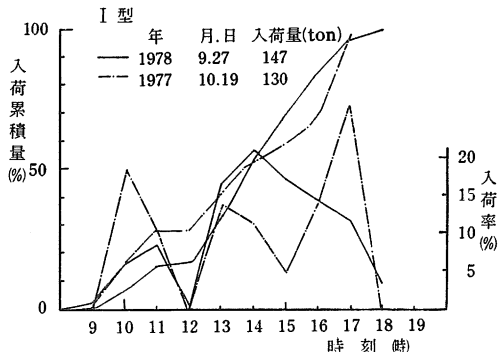


Fig. 9 (A) 時刻別入荷量

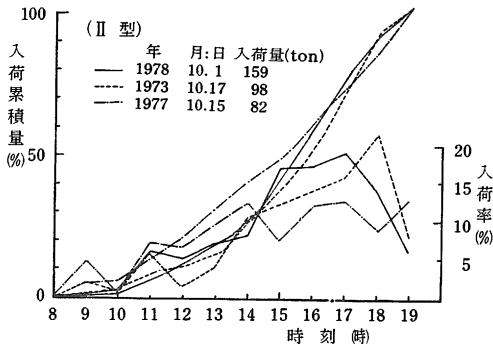


Fig. 9 (B) 時刻別入荷量

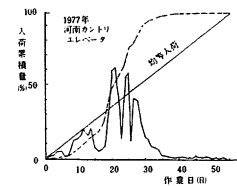


Fig. 10 (A) 日別入荷型

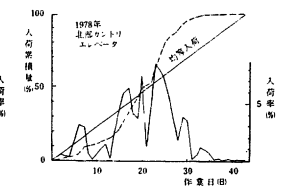


Fig. 10 (B) 日別入荷型

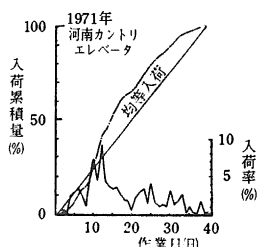


Fig. 10 (C) 日別入荷型

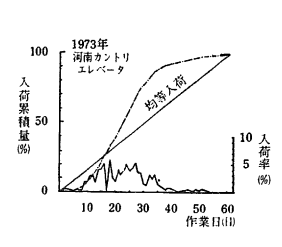


Fig. 10 (D) 日別入荷型

入荷に対しS型であり、71、73年では前半にピークがあり、全入荷量の50%が前期に入荷しているが、77、78年では、中期に移る傾向がある。これは73年頃には日本晴が全入荷量の50%であったのに対し、現在では70%程度に増加していることによるものであり、栽培品種が入荷型に影響しているものと考えられる。

全体の入荷型は、均等入荷線を基準にして累積線で考察しS、凸、凹型に区分されている。それで累積線が入荷変動を表わすことになる。

滞荷は日変動率¹⁾²⁾ ($V=(Ed+\sum u)/n:d$: 1日の均等入荷率に不足する量, u : 1日の均等入荷率を越える量, n : 入荷日数)と過剰率¹⁾²⁾³⁾ ($E=(\text{均等入荷率を越える日数}/\text{入荷日数})\times 100$)によって比較推定され得る。

そこで、日変動率は小さいほど均等入荷に近く、過剰率が50%以上になると過不足のピーク値が高いことを示している。

第3表は各施設の年次別の入荷状況の事例である。日変動率は、1.4~2.2の範囲で中部地方の事例に比べて多少高い値となる傾向にあるが、過剰率は32~48%の範囲でそれらの事例より低い値になっている。すなわち、日変動は大きい、滞荷はむしろ中部地方の事例に比べて少ない方であろう。

2) 滞荷シミュレーション

時刻別に入荷事例のII型をパターンとして、毎時入荷

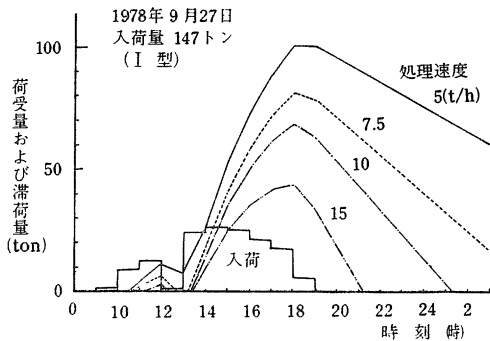


Fig. 11 (A) 時刻別入荷と処理速度

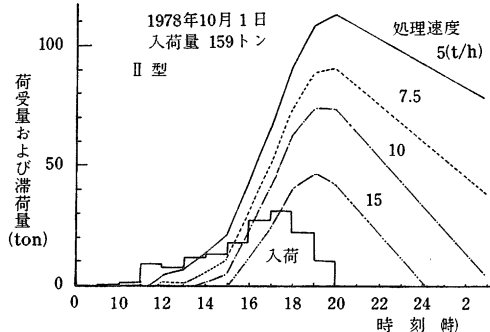


Fig. 11 (B) 時刻別入荷と処理速度

第3表 入荷状況

年	施設名	収容能力 (ton)	入荷期間	移動日数 (日)	入荷もみ量 (ton)	1日平均入荷量 (ton)	日変動率 (%)	過剰率 (%)	入荷全体の形態
1971	河南	900	10.12~11.26	40	537.5	13.4	1.5	45.0	S
1973	"	2900	9.14~12.01	61	3048.5	50.0	1.4	39.0	"
1977	河南	2900	9.14~11.28	55	2204.3	40.1	1.9	32.7	"
	北部	2900	9.23~10.23	31	2046.8	66.0	2.2	48.4	"
1978	河南	2900	9.02~11.12	56	2308.5	39.1	1.7	33.9	"
	北部	2000	9.06~10.31	42	1973.0	46.9	2.1	40.5	"

量を計算し、待ち行列理論を用いて、午後5時以降の日々の滞荷量を計算した。計算に当てられた仮定は、入荷は1時間単位で行われること、同じパターンで入荷が行われることおよび処理速度は一定とすることである。

Fig. 11 (A)(B)は、1日の入荷量147、159トンの時刻別入荷の処理速度別の模式図であり、A図は入荷量147トンのときのI型入荷であり、そしてB図は入荷量159トンのときのII型入荷の場合である。午後における滞荷ピークは、I型よりII型の方が後に現われる傾向がある。I型の場合は夕方における滞荷を減少させるのに役立つであろう。

これらの施設の公称能力(15/h)が発揮されたとしても、処理終了はI型では21時、II型では24時となる。実際の処理能力は公称能力よりかなり低いことから考えると、処理時間が翌日まで延長されることが予想され、滞荷による残業時間の増加がそれに伴って起ってくること

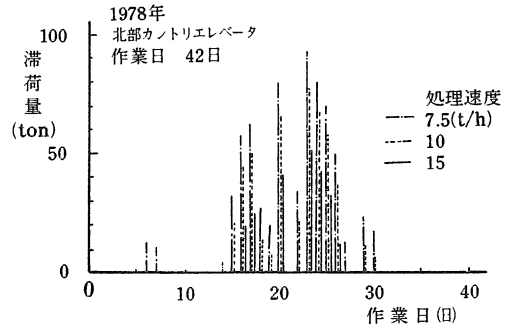


Fig. 12 (A) 入荷期間の日々の滞荷量

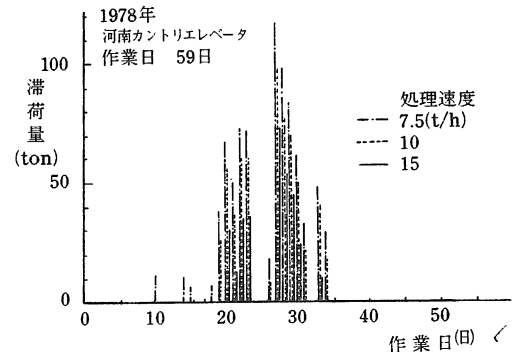


Fig. 12 (B) 入荷期間の日々の滞荷量

が予想される。

Fig. 12 (A)(B)は、各作業日の17時における滞荷量を示す。処理速度 7.5t/h では、50トンを超える滞荷が6～7回、15t/h でも、50トンを超える滞荷が2～3回となっている。すなわち、処理速度を増加すれば当然滞荷量は減少することが明らかであることから、荷受口におけるサービス速度の増加の対策が考えられるべきであろう。

V. 摘 要

穀粒乾燥貯蔵施設の実態を把握するため、出雲市農協カントリーエレベータについて、その地域におけるコンバインの普及と施設の利用状況（もみの入荷変動、入荷もみの特性、設備内容、入荷型および滞荷量）について調査を行ない問題点を検討した。

主な結果は次のとおりである。

1. 穀粒乾燥貯蔵施設の増加はコンバインの普及によくともなっており、その増加傾向は年次的には一致している。
2. 時刻別入荷は、午前と午後にピークができるもの

（I型）、午後にピークのできる場合（II型）があり、後者は過剰入荷の場合に見られ、入荷待ちに要する時間が午後で1～2時間になっている。これはコンバインの利用と密接な関係があるだろう。

3. 滞荷シュミレーションの計算から、収穫最盛時での滞荷量の増大が予想され、その処理が翌日まで持ち越されていることが明らかとなった。4. これらの施設の問題点として、入荷待ち時間の解消がある。その対策として、単一サービスから複数サービスへの変更、オートスケールの容量の増大などが考えられる。

VI. 引用文献

1. 山下律也他2名：農業機械学会誌 33：375-384, 1971
2. 山下律也：神戸大学農学部研究報告11：119-127, 1973
3. 全農開発資材部：カントリーエレベータのてびき全農開発資材部東京1973, p. 11-118

VII. Summary

This paper was dealt with an investigation in design and operation of the plants for drying and storage of paddy, in the case of IZUMO Agriculture Cooperative Association. This study was made investigations on yearly the number of combines and the using conditions of these plants. The items of investigations were hourly and daily fluctuations of the amount of paddy, physical properties of paddy received, design of plants and accumulated stock. The main results were as follows:

1. It is tendency that the number of plant is increased with the increase The number of combines.
2. The pattern of the quantity received by the hour may be classified Type I and II. In the case of type II, the condition of the stock is frequently in the over receipt. In these case, it is a problem that the waiting time for the receipt of paddy needs about 1 to 2 hour at the longest. The problem is how to reduce the increase of waiting time, resulting the use of combines.
3. From the results of calculation with the processing speed, it is presumed that the condition of stock accumulated may be occurred frequently.
4. In order to take measures of reducing waiting times for the receipt of paddy, it may be necessary that the change from simple receipt window to multiple receipt windows or the increase of capacity of a auto-scale is planned.