

ライスセンタにおけるばら貯蔵玄米の取扱いについて

誌名	佐賀大学農学部彙報
ISSN	05812801
著者	藤木, 徳実 田中, 栄三郎 松尾, 隆明
巻/号	62号
掲載ページ	p. 49-57
発行年月	1987年3月

ライスセンタにおけるばら貯蔵玄米の取扱いについて

藤木 徳実・田中栄三郎・松尾 隆明
(農業機械学研究室)
小島 孝之
(園芸工学研究室)
昭和61年10月18日 受理

Bulk Storage and Handling of Brown Rice in a Big Steel Bin

Tokumi FUJIKI, Eisaburo TANAKA, Takaaki MATSUO
(Lab. of Agricultural Machinery)
Takayuki KOJIMA
(Lab. of Horticultural Engineering)
Received October 18, 1986

Summary

Bulk handling of rice is necessary for the cost down of rice transactions. Bulk handling is thought to fit to rice crop nowadays because of the diffusion of joint facilities for after harvest operation. The joint facility is called "Rice Center". This is used for drying, removing hulls, packing and shipping operations. And another variation is "Country Elevator" for drying and for a longer storage of rough rice. The country elevator is useful for rough rice to be served as rice just after hulling at optional time.

Rice Centers usually don't have commercial storage bins. One of the Rice Center in Saga, however, has steel bins, and they are utilized only for the temporal storage of bulk brown rice before trucking after rice-hulling. If the bins are able to function as a commercial storing house for brown rice, we thought, the effective use of the facilities would follow.

Storing test of brown rice was carried out using the temporally storing bin in the Rice Center. During the storage, the grain was kept in the same bin without rotation because of test. The grain temperatures were measured at the points in Fig. 2. And we could offer the next suggestions to keep brown rice in safe by the steel bulk storage bin.

When the grain is put into the bin, the psychrometric chart should be used not to cool grain too much, because it is sometimes wetty in autumn in Japan.

If the grain rotation is needed for checking or curing, the grain should be rotated only when the distribution of atmospheric pressure is high in west and low in east, by early in February.

When the grain is delivered from bins after March, it would be more recommendable to take out the grain in dry atmospheric condition just before rice cleaning.

結 言

効率的な穀物地帯として注目されている佐賀平坦部では、コンバインを使って収穫した後の米麦の乾燥から出荷までの作業を省力化しつつ処理するために、昭和44年(大町町, 三日月町, 佐賀市金立, 鳥栖市原)をはじめりとして、ライスセンタ(共同乾燥調製施設)やカントリーエレベータ(共同乾燥調製貯蔵施設)が、比較的早いテンポで導入されている¹⁾。大量の穀物を集荷する共同施設が各地に出来たことから、穀物を扱う方法にも変化の兆しがみられる²⁾。すなわちこれらの施設を有効に活用するため、均質な生産物をより早く積み卸しするため、そして米の流通経費低減のために、玄米でもばら輸送の要望が増加してきた。しかし受け入れ側の事情が整っていないため、現在のところまだ大半の玄米は60kgごとにかますあるいはビニールの袋に詰められて、農業倉庫に20~23段の高さにはりつけ(積み上げ)る方法が取られている^{3) 4)}。最近フレコン(Flexible container)と称する600kg入りの布袋に玄米を入れて輸送・貯蔵する方法も使われることもあるが、貯蔵時の気密性や流通市場での省力面からみて十分ではない。これからの荷役の機械化、トラック輸送の増加につれて、時代の要請でもある荷役時間の短縮のために玄米もばらの状態で扱う方向へ推進すべきであると考えられる。

ライスセンタには本来貯蔵タンクはなく、袋詰めして出荷しているが、武雄市のライスセンタに玄米のばら出荷設備が整えられた。ばら玄米を取り扱うために特別に設けられた主な機械は、Fig. 1のように玄米温度調節器、玄米貯蔵タンクと玄米出荷タンクである。粳摺直後の玄米は温度が高いことがあるので、予冷冷却のために玄米温度調節器を備えている。必要があれば粳を冷却して貯蔵タンク(容量30トン×4基)に入れる。出荷時には出荷用タンク(容量10トン×3基)に移され、穀物輸送専用トラックの到着を待って積み込まれる。10トンの積み込み

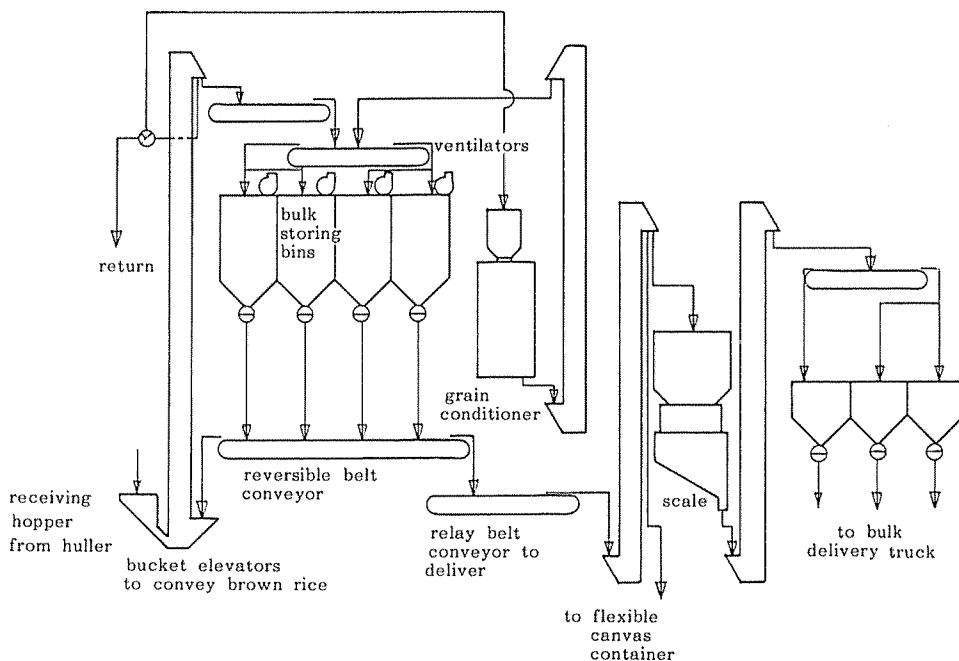


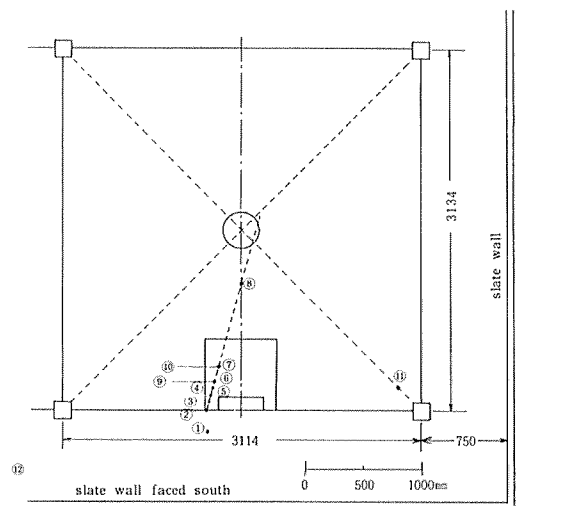
Fig. 1 Partial Flow chart of the joint facility to store and to deliver brown rice.

所要時間は5分07秒、11トンの場合で5分30秒で、従来の袋詰め約十分の1、フレコン詰め約三分の一の荷役時間である。労力的にもフレコンは4人作業であるのに比べ、ばら出荷は2人で出来るといわれる。

同施設はこのばら出荷施設を自主流通米市場の出荷調整に応ずるために設置したものであるが、出荷時に利用するだけでは過分であるとして、上記の玄米貯蔵タンクを経済的に有利な米穀倉庫として使えないかという疑問あるいは希望があったので、貯蔵性能を調べ、また米穀倉庫として利用するにはどのような配慮が必要なのかという諮問に答えるために本実験を行った。

実験方法

供試した玄米は武雄地区で生産された自主流通米で、品種名が日本晴、総重量30トン、金額にして約1000万円であった。貯蔵タンクは主な建屋内の南東部のすみにあり、4基あるうちの東端の第4号タンク1基を実験に利用した。このタンクを中心に Fig. 2 のように温度計をセットし、穀温の変化を追跡した。すなわち、室内温度1点、タンク内壁温度1点、タンク内穀温9点、フレコン内1点、合計12点に白金抵抗体式測温体を張り付けるなどして設置し、打点式自記平衡記録計(-10°C~40°C、1ヶ月記録用紙使用)に記録させた。タンク内法は3114×3134×高さ6168(うち底ホッパー部の高さは1600)であるが、タンクの中央部分には南に点検用の梯



- ① atmospheric temperature in the facility
- ② inner wall temperature
- ③ grain temp. at 50mm from the wall
- ④ ditto 100
- ⑤ ditto 150
- ⑥ ditto 200
- ⑦ ditto 300
- ⑧ grain temperature at the central part
- ⑨ grain temp. at 200 from the wall 400mm lower than ⑥
- ⑩ grain temp. at 300 from the wall 400mm lower than ⑦
- ⑪ grain temp. at southeast corner from 200mm from the wall
- ⑫ grain temp. in a single flexible canvas container (600kg)

Fig. 2 Measuring points for temperature in the steel bulk storing bin filled with brown rice.

子と、中心部に精穀未熟粒再分離防止シュートがあるため、測定点を対称的にセットすることは出来なかった。

一週間巻の自記温湿度計（温度はバイメタル式、湿度は毛髪式）3台を使用しタンク内の穀層上部、フレコンの傍ら、屋外百葉箱内の温湿度を記録した。以上の自記記録のほか1日1回午前10時頃、計器の点検を兼ね、屋内の乾湿球温度計と百葉箱につらした最高最低温度計を読んだ。温湿度計の補正のために、週に1回程度アースマン湿度計で湿度を測定した。

当時としてはライスセンタでは全国的に初めての試みでもあり、玄米の変質を避けるため貯蔵期間は秋から翌年3月末を一応の目途とした。

実験結果と考察

1. 穀温の変化

貯蔵期間は結果的に昭和53年10月12日から昭和54年4月5日までとなった。この期間全体にわたる温度変化を概観するため、日最高温度の15日間の移動平均をFig. 3のように描いた。同図には各部温度の推移の傾向がよく表れている。すなわち外層の温度は寒波がくるたびに下がり、逆に2月以降には急に上がる様子を読みとることが出来る。

中心部温度の日変化はなく、外層の温度に重々しく追隨して、3月末頃に最低温度を示した様子も両図に表されている。貯蔵実験を始めた10月12日に22.3°Cであった穀温は1週間後に最高22.5°Cを示した。外層部よりはるかに高かった中心部の穀温はその後徐々に下がり、11月24日に20°C、1月11日に10°Cを切り、3月14日から4月2日まで最低温度8.6°Cを示した。最低温度のころは温度変化がほとんどなく、2月23日以後出庫されるまで40日余りにわたって8°C代を保っていた。

2. 穀物温度の伝播性

貯蔵タンクは屋根と壁に囲まれた屋内施設であったので、タンク内壁の日較差はFig.

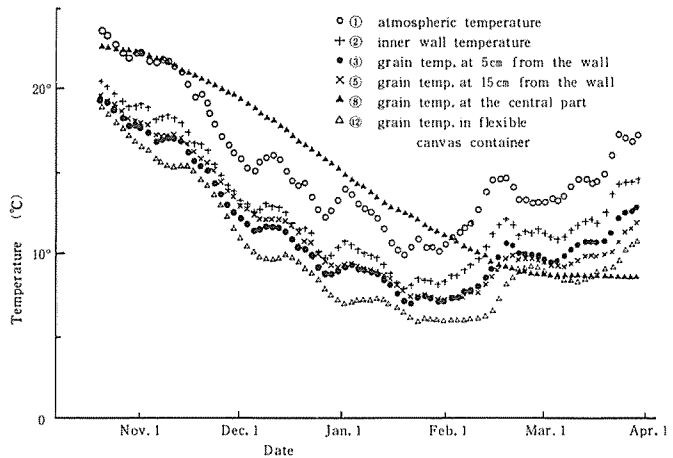


Fig. 3 Shifting average value for 15 days of maximum temperature.

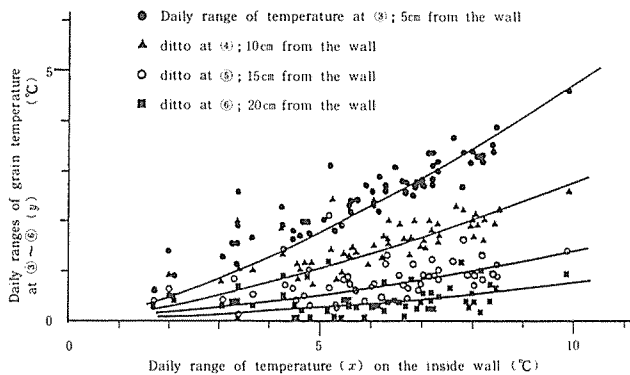


Fig. 4 Comparison of the daily ranges of temperature between the inside surface of wall and various points.

4に示すように、最大の日でも9.9°Cと小さかった。そして壁から15~20cm離れた点での穀温の日較差は約1°C以下であって、ほとんど日変化がない状態であった。同図はタンク内壁の日較差を横軸にして、壁からの深さ位置をパラメータとし、各層の日較差を縦軸にして示したものであり、内壁の日較差と内部各層の日較差の密接な関係が表れている。

内壁温度の日較差 x を変数として、内壁から a cm離れた各点の温度日較差 y_a を実験式で示せば、 $y_a = \alpha x^\beta$ において

内壁から $a = 5$ cm点： $y_5 = 0.19x^{1.4}$

$a = 10$ cm点： $y_{10} = 0.11x^{1.4}$

$a = 15$ cm点： $y_{15} = 0.056x^{1.4}$

$a = 20$ cm点： $y_{20} = 0.030x^{1.4}$

で表せた。当然外側ほど係数 α が大きく温度が変わり易いことを示している。

曲線の反り方を示す指数 β の値は上記のように1.4であったが、籾貯蔵の結果は $\beta = 1.25$ であった⁵⁾。係数 α の方の値は両者ほぼ同じであった。

3. 玄米の冷却入庫について

籾摺直後の籾の温度によっては冷却する必要があるが、その他の場合に玄米を冷却して入庫する際には周囲の気温と湿度に気を配らなければならない。即ち露点温度よりも玄米温度を低くすると、結露して玄米の変質を促すようなものである。例えば乾球温度30°C、湿球温度27°Cである場合は Fig. 5 の湿り空気線図内の交点①となり露点は26°Cであるから玄米を26°C以下に冷却してはならない。

本施設の場合の冷却装置の目標は穀温を5°C下げることであった。玄米温度を仮に気温と同じと見積って、それから5°C冷却しても露点以下にならないような空気条件を求めると Fig. 5 の曲線④となる。しかし冷却前の玄米の温度むらや冷却むらを考慮すれば2°C位の余裕を見込むべきであると想定して曲線⑤が得られる。入庫時に気温より5°C低い温度まで冷却してよいのは曲線⑤より右下方の天気条件の時点に限られる。曲線④より左上方に入る気象条件では冷却は禁止しなければならない。この図から相対湿度が60~65%以上の湿った気象状態の時は冷却入庫を避けるべきであるといえた。

Fig. 5 の点②は貯蔵タンクへ張り込んだ1978年10月11日午前11時の気象条件で、乾球温度20.0°C、湿球温度16.7°C、露点温度は15°Cであった。このとき貯蔵実験のために準備されていた玄米は穀温20°Cと22°Cとの2種類であったので、当日は冷却しないで張り込むことになった。

4. 穀物のローテーションについて

穀層内の温度が急上昇した

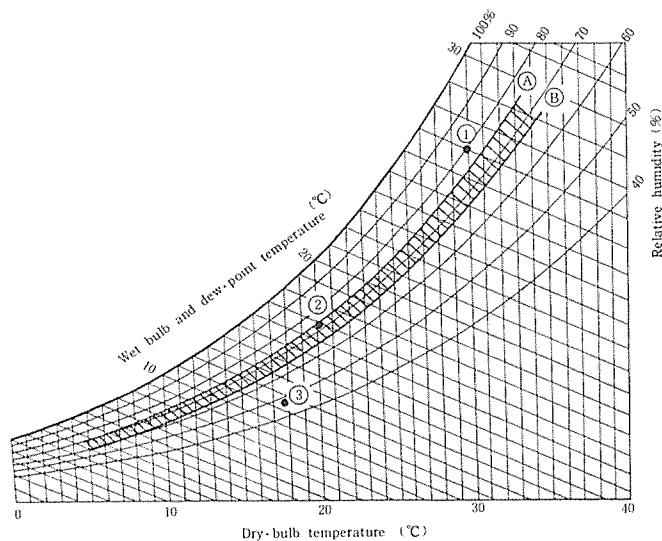


Fig. 5 Psychrometric chart.

り、下層の玄米の変形や肌ずれが心配されるとき、検査のために隣接のタンクへ玄米をローテーションすることが考えられる。厳寒期にローテーションを行えば、穀温を下げながらタンク全体の水分や温度を均すことができる。冬期のローテーションでは一般に結露する心配はないが、春先になって気温が上がってきたときは注意を要する。この年は貯蔵実験であるからローテーションをしていないので、データから次のようにローテーション忌避日を検討することができ、翌年以降に貴重な参考資料を提供した。

毎日午前十時に読み取った施設内（貯蔵タンクの階段下）の乾湿球温度計の読みから屋内の露点温度を求め Fig. 6 を得た。これにタンク中心部の穀温を重ねるとローテーション忌避日が一目瞭然に示された。この年は2月21日、3月10日、28～30日、4月5日には玄米の方が露点温度より低くローテーションを避けるべきであった事がわかる。

次にローテーションするのに適当な日がいつだったのかを調べるために、屋外の百葉箱内の日最高温度、日最低温度とタンク中心部の穀温を Fig. 7 に描いて比較した。外気の方が穀温より低いときにローテーションすべきであるので、11月下旬から1月下旬までがその適期であるといえる。特に12月23日、1月21～23日、2月2日等は好機であったものと考えられる。2月も立春を過ぎると、外気の最低温度はまだ低いが高気温が高くなっているので、ローテーションが必要な場合は早朝の乾燥した日を選んで行うべきである。2月中旬から3月上旬までの間はタンク中心の穀温と外気温とを見比べながら乾燥した日に実施しなければならない。一般的に3月中旬を過ぎるとローテーションを避けるべきであることが同図からよみとれる。

Fig. 5 の点③は貯蔵実験を終り出荷した日の1979年4月5日午後2時の気象条件で、気温

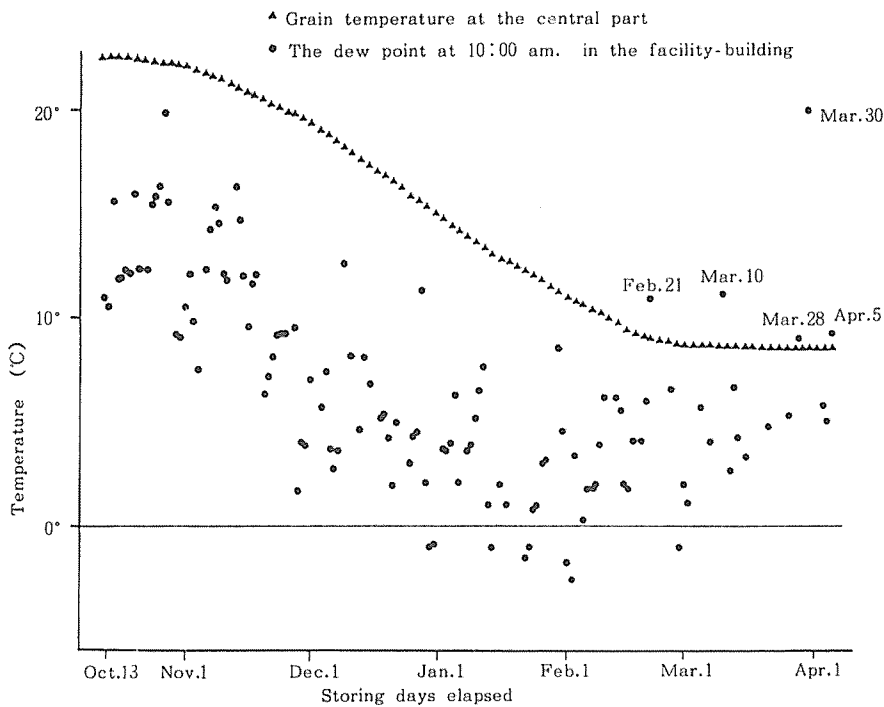


Fig. 6 Undesirable days for rotation and delivery because of lower grain temperature than the dew point in the facility-building.

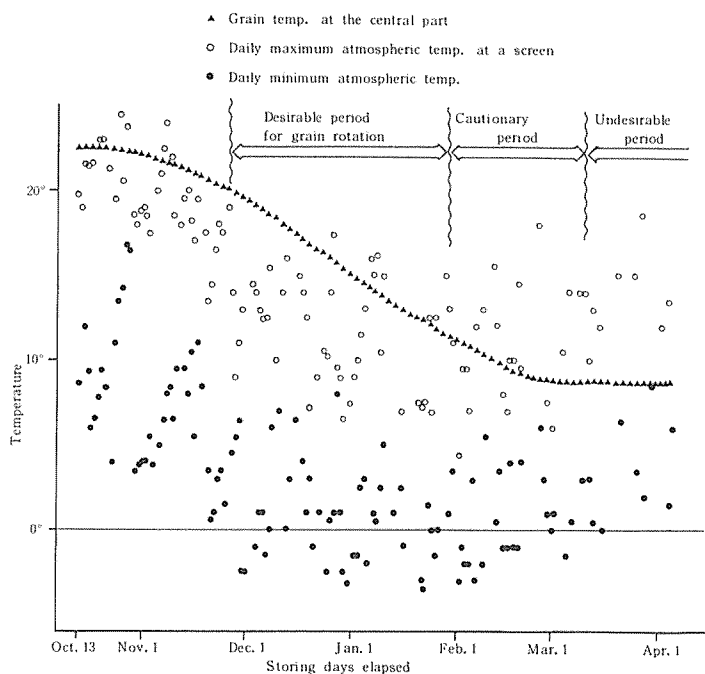


Fig. 7 Desirable period for rotation and delivery of brown rice.

17.6°C, 湿球温度11.4°Cを示す。この時点での穀温は非常に低く、12~14°Cであったが、相対湿度が47%と空気が乾燥していたので、露点までかなり余裕があり結露の恐れはなかった。しかし、出庫前の午前10時頃は露点ぎりぎりの条件であったことが Fig. 6 でわかる。精米するときには微かに加湿することもあり⁶⁾、出庫直後に精米に移せば輸送途中で乾燥することもあるので、かすかな結露は問題にもならないが、3月中旬以降において出庫後精米まで待ち時間があるときには出庫時点の空気条件に注意しなければならない。

5. ローテーション適期日の予報

ローテーションするのに不適当であったと判断された日々の中前後の天気図を抜萃したのが Fig. 8 である。何れも太平洋に高気圧があって、温暖前線を伴った低気圧が近付いた日であることがわかる。

逆にローテーションに適した日の天気図を Fig. 9 に集めると、太平洋に低気圧があって大陸に高気圧がある、いわゆる西高東低の冬型気圧配置の典型的な日々であることがわかる。

つまりローテーションを行うには天気図を見て、西高東低の気圧配置になった日に実施するのがよい。それによって玄米各層特に中心部の穀温を下げた状態で貯蔵することができる。日本列島はかなり長いので、蛇足ながら気圧配置はあくまで貯蔵タンクの所在地を中心に判断する必要がある。

6. 鋼板製の貯蔵タンクについて

鋼板製タンクでも、建屋内であれば秋から翌年の4~5月までの玄米貯蔵には特に問題はない。今後ライスセンタにおいて玄米のばら出荷が増えるにつれてばら貯蔵の必要性も増加する

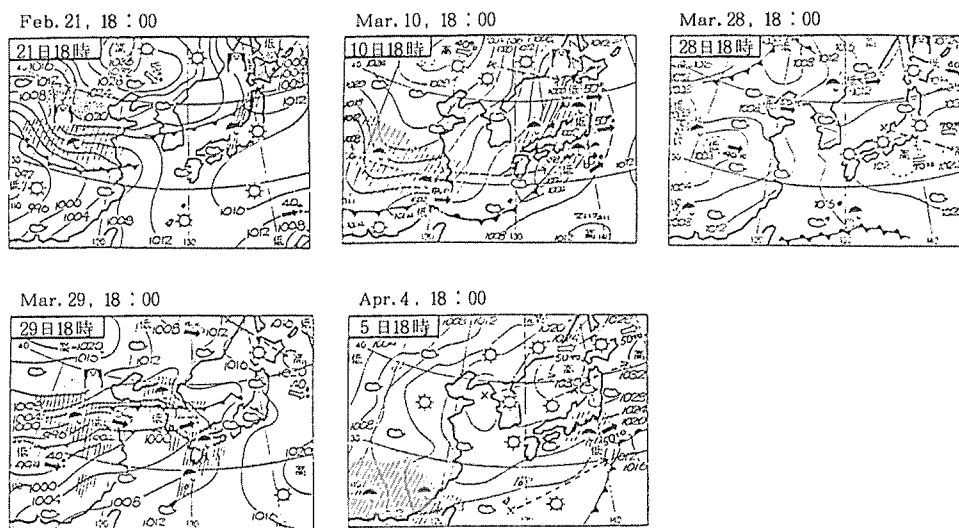


Fig. 8 Weather maps of the undesirable days for rotation of brown rice.

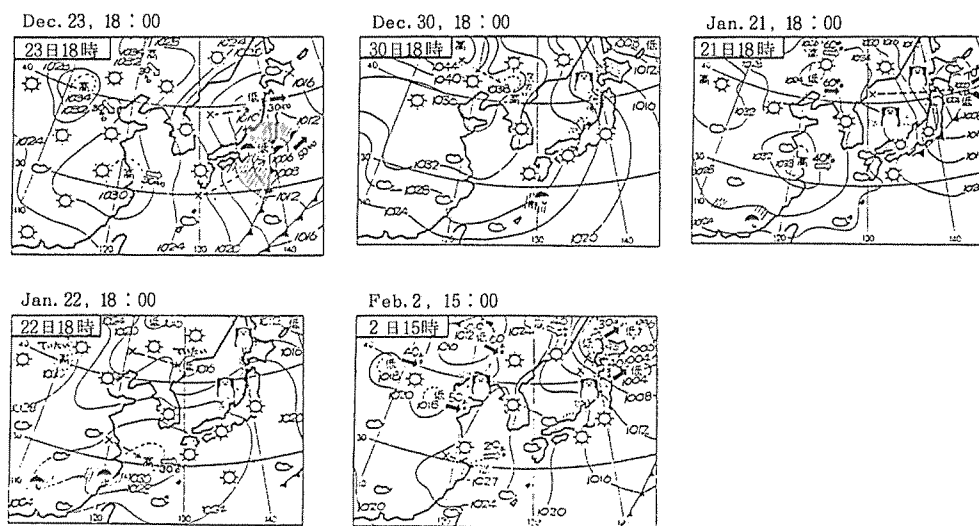


Fig. 9 Weather maps of the desirable days for the rotation.

ものと考えられる。しかしさらに貯蔵の安全性を増すには入庫の際の落下衝撃を出来るだけ小さくするためにジグザグシュートを設置するなど工夫を要する。入庫の際の玄米の冷却は工夫次第でなくてもよいと考えられる。

立春を過ぎるとタンクよりも外気温度の方が遥かに高くなって温度が上がり、ローテーションに不適とされる日などタンクの外鋼板壁に水滴がついて、雨のように流下する。したがって外気からの水分の浸入や害虫の侵入を防ぐために、貯蔵タンクは完全な密封構造にすべきである。

摘 要

稲麦作へのコンバイン導入の増加に伴って、当地方では乾燥を大型共同施設で行うようになってきた。ライスセンタ（共同乾燥調製施設）では玄米タンクが無く、いまま処理された玄米を袋詰めしているが、米の流通経費を下げるためには玄米のばら流通が必要になってくると考えられる。

自主流通米の出荷に対応するために、出荷タンクと玄米貯蔵タンクを備えたライスセンタが当地方に出来た。貯蔵タンクには4基あわせて120トン（2000俵）入るので、施設の有効利用をはかり、米穀倉庫としての可能性を調査するために貯蔵実験を行った。ローテーションしないで約半年の間玄米を貯蔵して穀温の変化を追跡した。その結果貯蔵タンクの安全な運転のために次の指針を提供することが出来た。

玄米を入庫する際には湿り空気線図を見て、冷却し過ぎに注意する。出庫、キュアリングあるいは点検のためにローテーションする場合は、2月初頭までに、天気予報図上で西高東低の気圧配置のときに実施する。3月以降に出荷するときは乾燥した日時の、精米直前が無難である。

4月までの玄米貯蔵には問題はないが、梅雨時以後まで貯蔵するには設備の改善を要する。

謝 辞

現地武雄市農協と佐賀県経済連米麦課、農機課、全農福岡支所から貴重な機会を提供して頂き、佐賀県農試農業機械化研究室、稲作研究室、農水省佐賀食糧事務所と共同して調査に当たった。上記の結果の他に米質検査、食味試験も行われたが、前記した4月時点までの貯蔵においては、さしたる異常はなかったとの報告を得ている。引用した天気図は当時朝日新聞に掲載されたものである。

なお毎日現地で測定記帳頂いた武雄市農協西村栄義氏に謝意を表する。

引 用 文 献

- 1) 佐賀県農林部農産普及課（1981）. 穀類共同乾燥調製（貯蔵）施設のてびき, p.1
- 2) 農業機械学会編（1975）. 研修会資料, 穀物の乾燥貯蔵, p.17
- 3) 農業機械学会編（1976）. 研修会資料, 稈の乾燥貯蔵, p.113
- 4) 農業施設学会編（1986）. 米麦の共乾施設に関する諸問題, シンポジウム講演要旨, p.13
- 5) 田中栄三郎, 藤木徳実, 松尾隆明（1976）. ドライストアによるばらもみの長期貯蔵中における温湿度の変化特性の解析, 佐賀大農彙, 41, 105~118
- 6) 伊藤和彦, 川村周三, 池内義則（1985）. 玄米調質に関する研究, 農業機械学会誌, 47(2), 169~175