

伊藤信孝

チェンマイ大学客員教授・工学部

本報では「マテリアル・ハンドリング (Material handling)」に関して記述する。日常生活でも種々経験する事ではあるが、とにかく取り扱う量が多いとか、とりあつかいにおけるプロセス、工程が複雑だとロス (Loss) も多くなる。エネルギー消費のロスのみならず、最終的に得られる製品の歩留まり、生産効率にも差が出る。すなわち不良品 (Defects) がゼロで、最終的な製品が全て100%合格品であれば、それだけ生産効率は高い評価を得る。生産量ばかり多くても、あるいは生産工程に要する時間が短くても、不良品が出れば生産効率は高いとは言えない。タイの生活の中で、時々口が寂しくなる事がある。例えばプロ野球の選手や監督さえもが口にチューイング・ガム (Chewing gum) を入れて、もぐもぐしている光景をよくテレビで見る。試合中もその時のために口汚し (くちよごし) として、口を動かしている。筆者はチューイング・ガムの代わりに飴 (Candy) を用意している。お気に入りはいちご飴である。食べる時 (口に入れてしばし口の中で転がしつつ、甘い汁の感触を楽しむ)。疲れたときは疲れが取れる様な感触を味わうことがある。そのうち、外側から唾液で飴が溶けて段々小さくなって行く、最終的には極めて小さくなったものを飲み込んで、一つの飴のシャブリ動作が終了する。ごく単純な行程であるが、食べ始めるときには若干の面倒くさい行程がある。作業そのものはいとも簡単ではあるが、飴本体を包んでいる包装紙を取り除く作業が、いささかやっかいなのである。素手でセロファン包装紙を破って取り除こうとするが、破れない。破ることはできても中身の飴が包装紙に引っかかって (張り付いて)、容易に取り出せない。さらにはさみを使い、もうひと太刀入れて、やっと中身の飴を取り出すが、取り出した後も飴の包装紙が静電気で手に付いて容易に離れない。きわめて簡単な作業工程であるが、消費者にはいささか面倒くさく感じる。速く食べたい、口に入りたいと言う食欲に機敏に反応してくれないもどかしさを経験している。いつも包装紙を切り裂くためのはさみを用意する必要があり、持ち合わせていないと直接口でなめることもためらう。改善点は包装紙と中身の飴との間にもう少し空間的余裕があれば問題は解決できる。同じような例を市販のシート状のチーズ (7cm程の正方形角) の包装にも視ることが出来る。スーパーやコンビニに行き、低温度に維持された棚の中を物色すると4種類ほどの異なるブランドのチーズが並んでいる。今までは2種類程度しかなく、選択肢は2者択一しかなかったが、先日出かけると4種類ほどが棚に陳列されていた。値段も様々であるが、中身の枚数もいささか異なる。従来 of 2者択一の頃は、いずれのブランドにも、6枚ほどのシート状のチーズが入っていた。しかし、いずれを購入するかという筆者の判断基準は、薄いシート状のチーズを取り出すときに、如何にシートの中身であるチーズの原型をとどめて形状を壊さず、原型を保ったまま、きれいな形で取り出せ

るかと言う基準であった。シート状のチーズを包んだプラスチック(Plastic)の包装紙を取り除くのに、やはり刃物、あるいは「はさみ」で両端を切り裂き、その後、注意深く剥がして、中身のシート状のチーズを取り出す。主にサンドイッチに挟み、さらにレタスも挿入して「かぶりつき」で食するため、シート状のチーズが挟み込む前に、包装プラスチック紙と絡んだり、吸着していると容易にはがれず、シート状のチーズが型崩れをおこす。あるいは端の方が裂かれて食味や食感を下げる。従来はこうした事に遭遇しないブランドの製品を優先して選んだ。しかし上記したように過日コンビニに行ってみると、ブランドも4種類ほどに増えており、よく見ると価格的にも10パーツ以上も安く、中身の枚数も10枚と約2倍ほども入っている。割安と言うことで試しに買って帰ると、これがまた従来のような問題が全く発生せず、素手でプラスチック紙をはぎ取ることができるから驚きである。冷房の効いた棚から取り出す時の手の感触もずっしりと重く、それからというもの、そのブランドに決めた。その後価格は若干上がったが、まだまだ他のブランドに比べれば、購入することにためらいや躊躇はない。余裕をもっともう一つと余分に購入して蓄えとしている。上記した様に飴でもチーズでも、一応商品として店頭に並んでいる限り、製造企業間の品質、安全性に差ほどの相違はないと判断している。消費者が購入するか否かを判断する基準は、食する際の前操作(準備作業工程)の煩わしきである。直ぐ食する事が出来る迄の時間や、余りにも複雑な工程、あるいは工程は単純でも時間がかかるのでは消費者から敬遠される。何故かと言えばその理由は簡単である。今食べたいと言うときに、直ぐに食べられず、包装紙を取り除くために無駄な時間を費やすからである。また外部包装を除去するのに特別な道具(例えばはさみや刃物)を必要とするのではやはり敬遠される。この前操作の部分が商品の売れ行きを左右すると筆者は考えている。多少前操作に時間がかかるが、それにも増して食味において他のブランドと大きく異なると言うような場合を除き、前操作に時間を割かねば成らない商品は、どうかなと首をかしげたくなる。

<移植栽培から直播栽培へ>

ところで稲作農業においても同じような事がある。現在、稲の植え付けにおいては、移植(田植え)がより一般的で、種子を直接圃場にまき付ける直播は割合からすると極めて少ないと言うのが日本では実情である。その理由(問題)は主に3つあり、かねてから直播き栽培の普及を阻んできたし、今でも完全に解決されてはいない。したがって、未だ移植栽培が稲の植え付け法の首位を維持している。その3つとは、1)鳥害、2)倒伏、3)除草、である。筆者は直播きが田植え(移植栽培)と比較してマテリアル・ハンドリングの観点から大きく省力化を遂行できるとみていたし、そのための栽培研究も試みてきたが、日本ではまだまだ圧倒的に「田植え(移植栽培)」が主流である。しかし欧米(イタリアや米国)では直播が主流であり、アジアではやはり田植えである。経営規模の圧倒的差も直播を主流にする理由の一つであるが、最近チェンマイでも直播き栽培が増えていると聞く。正確なデータは入手、確認していないが、この情報が正しければ喜ばしいことである。稲

の種子を扱うか、苗を扱うかを見るだけでも大きな差があることは明らかである。熱帯という気象条件が故に、日本とは異なる要素が見つかり、あるいは作用し、直播栽培の普及が増加する可能性もなきにしもあらずである。稲作における植付け作業行程では直播栽培が移植に取って代わる可能性を未だ残している。ライフ・ワークと位置づけても良いくらいの大仕事である。残された時間は短いが何とかしたいものである。直播は圃場表土に播く表面直播、灌水土中直播、発芽率を増すための酸素補給剤を用いる種子コーティング直播、同様に鉄粉を用いた鉄コーティング直播と言う過程を辿ってきている。鉄コーティング剤の利用は、種子の重量を増し土中への貫入を図る事にあるが、播種時の精密度を向上するためのセンシングにフェライトを用いて播種時の確実性、あるいは播種後の種子の確認など、自動化、精密播種への展開が期待できる。移植栽培でも、従来は乳苗、幼苗、中苗に加えて最近では緑化苗などが普及しつつある。

<高水分籾の脱ぶによる収穫作業の省力化>

稲作に於けるもう一つの可能性は、高水分籾の脱ぶを可能とする、収穫作業時の刈り取り、脱穀、脱ぶの3作業の同時化 (**One pass operation**) である。従来の脱ぶ (もみすり) 作業では乾燥して水分を下げた籾 (もみ) のゴム・ロール (**Rubber roll**) による籾すり方式が一般的であり、インペラ式の籾すり機構は直播きと田植えと同様の大きな差に匹敵するほどの普及効果が期待される。アジアでは稲は籾取引であり、収穫後も籾で貯蔵し、必要なときに籾すりをして精米し、販売に供する。インペラ式籾すり機が普及を見るには、米の流通機構も変える必要があるが、加工用の米にはすぐにでも適用できるポテンシャル (**Potential**) がある。例えば家畜の飼料米、煎餅やもち餅などの加工食品への利用はためらいを払拭するだけの可能性を有する。稲の収穫作業は一般に2つの操作からなる。一つは稲本体の刈り取り作業であり、他の一つは稲本体からの籾の除去 (脱穀) 作業である。この2つの作業をこなす機能を備えた (組み合わせた) 機械が、文字通りコンバイン (**Combine**) である。インペラ式脱ぶ機能は簡単な構造でメンテナンス (**Maintenance**) も用意で、極端に言えば壊れるところは殆ど無い。籾の脱ぶを司るインペラ樹脂は摩耗も少なく、商品化された市販の籾すり精米機は、婦女子でも扱える手軽さと容易さを兼ね備えている。最近この機能を備えた商品がちらほらと大きな展示会で注目を浴びているが、主食の米に対しては高水分での収穫時の脱ぶ (籾すり) 時における籾、玄米への衝撃による損傷が取りざたされる。それも極めて小さい範囲での玄米表面への損傷であるが問題視する人もいる。視覚による外観評価でもいくらか問題視する人がいるが、残念ながらその評価基準が無いので意見が分かれる。この問題克服への切り札の発見が鍵を握る。たとえば、外観評価で問題ないと言う人が多数になれば、上記2つの稲作栽培における作業 (直播栽培と収穫作業) は、マテリアル・ハンドリングの観点からもアジア農業、とりわけ稲作農業において大幅な革命的变化をもたらすと確信している。ここで特に稲作と特記したのは、インペラ式脱ぶ機構 (**Impeller type de-husking function**) は他にも多くの適用の可能性を占めているからで、例えば伊勢志摩の特産品で有名な養殖真珠の基になる原石は、米国のミシシッ

ピー河 (Mississippi River)から採取される粒の揃った石をアコヤガイ(Oyster for cultured pearl)に入れて作ると言われるが、時には完全な商品としての真珠ができない場合もある。その様なときに再度原石を不良品から分離して、再利用する時の分離機構として利用することも可能なようである。ほぼ同じレベルの商品（または製品）を購入するときの判断基準は言うまでも無く安全で、安価、しかも食する迄の準備前工程の迅速容易性が商品の売れ行きを左右することはよくある。ここでは飴やチーズを例に取りあげ、その相違を説明した。他にも類似の例はある。例えばボトル詰めした水がそれである。筆者が初めてタイに来るとき飲み水について注意された事がある。「決して生水を呑むな、呑みたくなれば瓶、またはカンに入ったコーラかジュースを飲め」と。またコレラの予防注射も必要であった。今ではプラスチック・ボトルに詰められた水が商品となって至る所でその商品を見ることが出来る。水の販売がビジネスになるとは思いもしなかったに違いない。しかし売れる商品と売れない商品の2極化もある。その原因の多くは品質、安全性ではなくマテリアル・ハンドリングにあると筆者は見ている。チーズもその例に漏れず、食する前の取り扱い工程の煩わしさが売れ行きに影響している。稲作における直播栽培は移植栽培に比して圧倒的にマテリアル・ハンドリングの観点から見て、特に育苗の搬送エネルギー消費において有利であるが、移植栽培の信頼性、生育の確実性が未だ直播栽培に勝っている。この問題の克服が稲作の将来、特にアジアのそれを決める鍵を握る。稲の刈り取り、脱穀作業と同時に、高水分籾の脱ぶを可能とする機能を装備したコンバインは、主食として利用の米としては外観品質で敬遠されているが、加工食品への適用では即刻適用可能である。果実や野菜収穫は、人力から機械収穫になり、ロボット収穫に移行しようとしている。機械収穫では収穫物の大半が加工用であり、生鮮食品としては収穫作業時に受ける損傷が外観評価(Appearance evaluation)を下げてきた経緯がある。ここ一番のブレイク・スルー (Break through) がアジア農業を変える。発芽率の高い種籾の選別は塩水を用いた比重選が一般に行われる。現在はプラズマ処理 (Plasma treatment) で発芽率 (Germination percentage) を上げる方法がある。除草も農薬ではなく、オゾン・ナノバブル水を灌水する。水田に巣くうドジョウや蛙、エビガニや稚魚の生存、すなわち生物多様性 (Biodiversity) を保証しつつ、環境に優しい米作りを実現する。収穫後の農産物からの農薬の洗浄にもオゾン・ナノバブル(Ozone Nano Bubble Water) は効果的である。。

<参考文献>

- 1) 王 学剛、伊藤信孝、三輪恭爾、鬼頭孝治、王 秀崙、インペラ式籾すり機の摩擦衝撃特性に関する研究 (第1報)、一縦軸型脱ぶ特性に関する研究一、農業機械学会誌 59(2): 13~20, 1997
- 2) 王 学剛、伊藤信孝、三輪恭爾、鬼頭孝治、王 秀崙、インペラ式籾すり機の摩擦衝撃特性に関する研究 (第2報)、一摩擦エネルギーによる羽根形状設計一、農業機械学会誌 59(4): 11~19, 1997

3) 王 学剛、伊藤信孝、三輪恭爾、鬼頭孝治、王 秀崙、インペラ式粃すり機の摩擦衝撃特性に関する研究 (第3報)、一インペラ優劣の量的な評価について一、農業機械学会誌 60(1): 45~50, 1998

4) Nobutaka Ito: Direct sowing by use of coated rice, JICA Lecture Text (JICA, Japan International Cooperation Agency, Government of Japan)



図1 コンビニに陳列されたチーズ



図2 薄いプラステイックで包装されたシート状のチーズ



図3 イチゴ味の飴



図4 はさみで中身の飴を取り出す時の手間がかかりすぎる



図5 インペラ式もみすり精米機



図6 インペラ式もみすり機の内部構造