新潟県における農作業事故の特性と 1、2 の事例 の欠陥樹分析

酒井 学・大嶋良夫・倉田和彦

Some Characteristics and Fault Tree Analysis of
Farm Accident in Niigata Prefecture

Manabu SAKAI, Yoshio OSHIMA and Kazuhiko
KURATA

1 はしがき

昭和 50～56 年の間の資料を加工して、新潟県（以下 本県）における農作業事故の推移・内容を全国的なそれらと比べて、本県における特性を明らかにしようとした。又、現地調査に基いて 2 事例の欠陥樹分析（Fault tree analysis, 以下 FTA, 欠陥樹は FT）を行い、事故の発生確率を低下させる対策を考察した。特に資料を提供された全共連井上喜美男氏、現地調査に協力された十日町市農委・同市農協及び農業システム工学専攻学生飯山茂君に謝意を表する。

2 研究方法

1) 事故調査資料 調査の実施機関・対象・時期などによって形式・内容が様でないので、文末の資料²⁾、4)、7)、～13)、15)、17)～19)を利用・加工した。

2) FTAのための現地調査 新潟県の資料⁸⁾、¹⁰⁾及び十日町市農委における聞取調査に基き、地理的にも人柄的にも面接に便な 2 事例を選び、事故関連状況を被害者本人から直接聞き取った。FTの基底事象の発生確率は、工業関係の文献¹⁾、⁵⁾、農機ディーラからの聞取り、本研究と併行実

施したヒヤリ事故調査¹⁴⁾等からの推定によって求めた。

3) 調査研究実施期間 昭和57年4～12月

3 事故特性の全国及び本県間比較

1) 事故発生頻度 調査対象資料の示す期間に限れば、本県の事故件数は、幸いに年々漸減し

図1 新潟県における年次別事故件数

注1) ()内は'76を100とする指数

2) '75は不明

昭和 58 年 6 月 28 日受理

日本農作業研究会第 18 回春期大会で講演

新潟大学農学部, 新潟市五十嵐二の町 8, 050 〒950 - 21

Faculty of Agriculture, Niigata University, 8050 Ikarashi Ninocho, NIIGATA,
950 - 21

ている (第 1 図) . そして, 基幹的農従者あたり
発生頻度も, 本県では漸減傾向にあるものの頻度

自体は全国の約 3 倍以上に及ぶ. 全国では, 農従
者の減少を反映して, 残念ながら逐年漸増してい

図 2 基幹的農従者あたり発生頻度の推移

注) 全農は, 農協共済対象機械についての調査, 日農医は同学会農機災害研究班による厚生連病院患者についての調査

る (第 2 図) .

2) 被害者の
年齢・性別

10才刻みに区分
した階層分布は,
全国・本県とも
40代>50代>60
代の順 (平均
全国47才, 本県
46才) で同様で
あるが, 死亡事
故のみに限れば,
全国の50代>60
代>40代 (平均
52才) という順
位に対して, 本
県では50代>30
代>40代 (平均

図 3 事故発生率の月別分布

注. 全国は'75~'80, 県は'76~'80 の間の平均

44才)とやや若い層にかたよる。なお、男女比は、全国3:1、本県4:1であった。

3) 月別発生率分布 全国では10月に最も高く30%近くに達し、5月の約15%がこれに次ぐ。本県では60%近くが9月に集中して第3図のグラフに鋭いピークを示した。5月の25%も全国より高率である。ちなみに、月別変動係数は全国0.88、本県1.94で、本県における月別の偏りの著しさがわかる。これは、早・中生中心の水稲作作業の短期集中傾向にほぼ対応しているものと考えられる。

4) 事故発生場所(第4図) 全国では水田47%、庭・作業場20%、畑12%の順であるのに

図4 作業場所別発生率

対し、本県では水田が過半数を占め、畑では極めて少ない。又、道路上の発生率が全国の2倍以上に及ぶ。水田での発生率がとびぬけて高いことは、本県の稲作依存度の高さと結びつけて理解されるが、道路上事故の多い理由は、この調査では分らない。なお、死亡事故は、全国・本県ともに道路上の発生率が高い^{8)~10), 13)}。

5) 事故発生時の作業(第5図) 全国では、

図5 作業区別発生率

主作業(耕起・刈取など基幹作業自体)中の事故が過半数を占めるが、本県ではそれに付帯する作

図6 原因機種別発生率

業 (施回・後退・調整など) 中の事故率が 60% 近くに及び、最も多い。このことが本県における圃場・農道等の基盤整備や作物栽培の特性などに関係があるかどうかは、本調査では分らない。しかし、コンバインの普及率が高く⁷⁾ 作業中のわら、穀粒詰まりの除去の機会が多いことと無関係ではないかもしれない。

6) 事故発生時使用機種 (第 6 図) 全国では耕うん機・コンバイン・トラクタの順にワースト 3 を占めるが、本県ではコンバインが飛び抜けて高率を示す。このことは、前述の付帯作業中の事故多発の原因考察を裏付けるようである。以下、耕うん機・トラクタの順になるが、田植機の比率が全国よりやや高いことも稲作県の特徴のひとつの反映であろう。ただし、死亡事故に限れば、首位は全国ではトラクタ、本県では耕うん機であるが、本県第 2 位のコンバインは全国の 3.1 % を遙かに上回って 6.7 % に及んでいる。

7) 事故発生関連機械部位 全国・本県とも直接的作業部 (ロータリつめ、カッタ刀等) による率が高い (全国 36 %, 本県 50 %) が、本県では特に高い。全国的には、伝動部の率 (19 %) がこれに次ぐが、本県のこの部分による率は 7 % 弱にすぎない。

4 2 事例の FTA

1) FT の編成 FT の骨格的性格は、事故誘発的事象 (原因的事象) の上部に、ゲート (AND 及び OR) でつながながら結果的事象を順次積み重ねて、頂上部に事故そのものをおく立体的構成図である。AND ゲートでつながれる場合は、その直下の複数個の原因事象のすべてが入力されなければその上部事象は出力されない。OR ゲートでは、直下の複数個の事象のうち、どれか 1 個だけ入力されれば上部事象が出力される。いわば、頂上事象 (事故) を河川の最末端にみつけたら、それを招いた原因事象を次第に上流の各支流にさかのぼりつつ探し求めて行く手法である。したがって、最下段の各事象 (頂上事象に対して最も間接的な事象、基底事象とよぶ) の発生確率を与えれば、それより上部の中間的事象及び頂上事象の確率 P_u は、次の 2 式のいずれかによって求められる。

AND ゲート結合では、

$$P_u = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_n$$

OR ゲートでは、

$$P_u = 1 - (1 - P_1) \cdot (1 - P_2) \cdot \dots \cdot (1 - P_n)$$

$P_1, P_2, \dots, P_n$: ゲート直下の各事象の発生確率

上述以外の編成及び確率計算の手順の詳細は、文末の文献^{1), 3), 5), 6), 16)} を参照されたい。

2) 事例 いずれも昭和 56 年春に発生した事故のうち、ここでは 2 例のみを対象として紹介する。

(事例 A) (1) 農協勤務の兼業農家経営主、31 才 (2) 前夜、勤務先の懇親会で遅く迄飲酒、5 月 26 日朝、起床がやや遅れたためと、出勤前作業であせっていたために作業点検せずに、朝 5 時 20 分頃、自宅出発。 (3) しろかき予定水田へ農道 (未舗装、幅約 4 m) をトラクタ (9 PS, ロータリ及び水田用補助車輪装着) に乗って走行 (4) 途中、左後輪に装着した補助車輪の止ねじ 3 個のうち 2 個がゆるみ (増締め不足)、車輪にガタを生じたのに気付いたが、そのまま目的地へ急ぐ間に機体全体の振動が異常に激化 (5) ついに本人は機体右前方に放り出され、無人走行状態のトラクタの右後車輪に右足甲部をひかれ、挫傷・骨折 (6) 入院 17 日、全治 3 ケ月

(事例 B) (1) 農協農機センタ勤務の兼業農家経営主、30 才 (2) 田植最盛期間、連日、組合員の農機を巡回修理・整備中、5 月 29 日夕刻 5 時すぎに耕うん機修理 (主伝動 V ベルト摩耗切断・交換) を乞われて現地に出張、耕うん機はしろかき作業の途中 (3) 機械所有者が以前作業中にディーゼル機関始動クランクハンドルを紛失していたので、ベルト交換用の工具を代用して始動を試みたが不調 (4) 所有者から作業の続行・完了を要望されたうえ、たまたまベルトの安全カバーのない機械であったため、圧縮抜き状態にし、V ベルトを直接腕で引いて始動 (5) ベ

ルトとベルト車との間に手指を挟まれ、
左手の中・くすり及び小指の末端関節を

切断 (6) 通院5回、全治1ヶ月
3) 事例AのFT 図7最下段の各基底事象

図7 事例Aの欠陥樹

- 注) 1) 実線は物的、点線は人的事象
2) X_n : 事象の通し番号
3) X_n の右の数値: X_n の確率

の発生確率は、2の2)でのべたように別の調査からの推定値をも含むが、もしそれぞれの値が図の各事象右下のようであれば、中間事象及び頂上事象の各確率は4, 1)の2式によって図7の中～上段の通りとなり、頂上事象のそれは2.9% (100回走行あたり約3回発生の可能性) となる。なお、事例Bでは、頂上事象の発生確率は0.6%となった。

4) 頂上事象発生確率低下対策 いう迄もなく、FTのより下部の事象の確率が低くなれば、それより上部の事象の確率もそれに応じて低くなる。今、基底事象の確率が第7図に与えられた値の1/2又はゼロに下がった場合、頂上事象の確率は第8図の×から△又は○の値に下がる。もちろん、その低下程度はどの基底事象の確率を低下させるかによって異なる。しかも、基底事象の中には、作業上必ず100%実行しなければならない通常事象 (第7図で家型で示したもの、例えば X_1 : 自宅から水田への走行) が含まれており、こういう事象の発生を低下させたりゼロにしたりする

ことは現実にはできない。そこで、これらの事象を別にして頂上事象の確率低下方法を考えると、道路整備 (X_2)、前日使用後又は当日使用前の点検調整 (X_9)、シートベルト着用 (X_{10}) 及び安全フレーム又はキャブ装着 (X_{11}) などがあげられる。 X_{10} と X_{11} は特に効果的である。

事例Bについても、同様な手順で分析の結果 (図9)、安全知識の遵守実行、夕刻における時間的あせりの解消、伝動部の安全防護装置の完備、始動ハンドルの紛失防止 (機体への半固定など)、始動電動機装着 (始動ハンドルの不要化) などの対策が抽出された。A, B両事例を通じて、人的要因、例えばあせりの解消に関する対策は完全化がむずかしいものもあるので、物的要因に関する対策を重点的にすすめることが望ましい。

なお、工業では事故の記録、統計が割合よく保存されている場合が少なくないので、FTAによって単位作業量 (例えば人一時) あたり損失費用 (negative utility) を算出し、これに基づいて安全投資を算出している例も多いが、農作業では、

図 8 基本事象の発生確率低下の頂上事象確率に対する影響 (事例 A)

図 9 事例 B の FTA による事故防止対策系統図

個別農家・農家集団又はある地域のいずれの範囲をとっても、例えばトラクタの農道走行時間が年間何人一時になるかを求めることは不確実であるので、今回は費用－利益 (cost - benefit) の分析にはふれなかった。

5 むすび

本県における農作業事故発生の形態・内容は、ひとことでいえば、9月のコンバイン関連事故と5月のトラクタ及び田植機関連事故とに集中的に現われている。これは、水稻作の相対的早期作付－収穫方式に特化している本県農業生産構造の反映であると考えられる。なお、付言すれば、本研究における資料取扱いは、資料の絶対的不足、調査刊行機関による形式・内容等の不統一、同一機関においてさえみられる年次的不統一などに悩まされた。

FTA は、その論理が演繹的に原因に向ってさかのぼるから、FT編成過程で、例えば分岐の方

向などに調査者の主観が入る余地はさけられない欠点がある。その反面、頂上事象の発生メカニズムや確率の推定、並びに下部事象の発生確率の低下が頂上事象の確率低下に及ぼす寄与度の定量的推論にある程度有用であり、場合によっては、定性的分析に利用することもできる。そこで、極めて少数例ながらあえて分析を試み、今後の事故研究の参考に供しようとした。その結果、頂上事象の発生確率を低下させる重点的ないし効果的な人的・物的対策を方向づけすることができた。

6 参考・引用文献

- 1) Brown, D. B. 1976. Systems Analysis & Design for Safety : 152 ~ 195
Prentice Hall, New Jersey.
- 2) 地上編集部. 1981. 事故を防ぐ農業機械の安全使用. 地上 35(8) : 228 ~ 229
- 3) 林 喜男他 4 氏. 1981. 人間工学 : 191 ~ 273 日本規格協会.
- 4) 井上喜美雄他 4 氏. 1975. 農業用機械に関する事故の統計的研究. 日農医誌 24(4) : 620 ~ 632
- 5) 井上威恭. 1981. FTA 安全工学 : 1~57, 144 日刊工業新聞社.
- 6) 北川徹三. 1982. 基本安全工学 : 124 ~ 126 海文堂.
- 7) 新潟県農林水産部. 1975 ~ 1981. 新潟県における主要農業機械普及状況 (各年度)
- 8) —. 1975 ~ 1981. 農作業に関する事故調査集計表 (各年度).
- 9) 日本農村医学会農業機械災害研究班. 1977 ~ 1981. 農業機械に起因する災害の臨床的調査研究. 日農医誌. 26(2) : 118 ~ 146, 27(1) : 50 ~ 74, 29(2) : 109 ~ 119, 30(4) : 833 ~ 844.
- 10) 農作業安全運動推進新潟県本部. 1975 ~ 1976. 定期総会資料 (各年度).
- 11) 農林水産省. 1976 ~ 1982. 農家経済調査結果 (各年度).
- 12) —. 1976 ~ 1982. 農業調査 (各年度).
- 13) — 農蚕園芸局. 1976 ~ 1982. 農作業事故調査結果報告 (各年度).
- 14) 酒井 学他. 1982. 新潟県における農作業ヒヤリ事故の分析 (速報). 新潟県農業機械技能者連絡協議会・新潟大学農学部農業システム工学教室 19 p. p.
- 15) 総理府. 1975 ~ 1981. 労働力調査報告 (各年度).
- 16) 行待武生. 1976. Fault tree analysis と人間工学 [I] Fault tree による記述法. 人間工学 12(5) : 183 ~ 190.
- 17) 全農. 1978. 農機災害共助適用事故の分析結果. 農機タイムス 10 月 30 日号.
- 18) —. 1977. 全農農機災害調査結果. 農機新聞 7 月 9 日号.
- 19) —. 1979. ふえつつける事故を減らそう. 全農通信 1461 : 1 ~ 4.

Summary

Investigations using official data on characteristics of farm accidents from 1975 to 1981 in Niigata Prefecture compared with those in the whole country revealed that accidents related to combine harvesters in September were most frequent and that the second and third worst ones occurred in May in relation to tractors and rice transplanting machines. These peculiarities seem to reflect the structural properties of agriculture in this Prefecture, which are largely specified into mono-cropping of rice.

Secondarily, fault tree analysis of two examples cased in 1981 at Tokamachi City suggested the necessities to adopt some accident prevention countermeasures, chiefly concerned with the improvement of workplace conditions and safety devices of machinery.