

気象リスクにより生じる農業生産物被害への
確率論的リスク評価手法の適用検討（その 1）

The study on application of Probabilistic Risk Assessment to the
agricultural product damage considering the meteorological risk, No.1.

○信岡卓*, 吉田貢士**, 山川大貴*, 永峰佑人**

NOBUOKA Takashi*, YOSHIDA Koshi**, YAMAKAWA Daiki*, NAGAMINE Yuto**

1. はじめに

従来から、土木構造物の設計は決定論に基づく安全率評価で行っており、健全性を安全率の閾値に対する裕度で判断しているが、近年では原子力施設を代表とする電力関連施設において、地震時の健全性評価を、検討条件を確率変数で扱う確率論的リスク評価（以下 PRA）手法で行っている。筆者らは、気象リスクが農作物の収穫に与える被害予測に PRA を適用して確率論的に評価する手法に取り組んでいる。本検討の目的は、気象リスクの一つである台風時の暴風により生じる果樹被害を確率論的に評価する手法を提案するものである。

2. 原子力施設の PRA

地震力を被害要因とする原子力発電所施設の PRA は、対象とする原子力地点で予想される地震力をハザード曲線、ある地震力が荷重として施設に作用したときの損傷をフラジリティ曲線という確率場で表し、両曲線の関係を重畳積分して得られる年損傷確率でリスクを評価する。

Fig.1 に PRA の概念図を示す。横軸は地震力の指標である加速度(単位 gal)、縦軸は確率場である。ハザード曲線は、評価地点において任意の地震力以上の地震が 1 年間で 1 回以上発生する年超過確率 P_y で定義し、加速度が大きくなるほど P は小さくなる。フラジリティ曲線は、任意の加速度の地震が発生した場合における原子力施設の損傷確率 P_f であり、加速度が大きくなるほど P_f も大きくなる。施設の損傷は、地震力を荷重とする構造解析で評価するが、構造解析で用いる条件を確率変数で扱うモンテカルロ法により P_f を求める。施設の年損傷確率 P_{fy} は、加速度が $0 \sim \infty$ の領域で P_y と P_f を重畳積分した式(1)で求められる (Fig.1 の赤い領域)。

$$P_{fy} = -\int_0^{\infty} \frac{dP_y(a)}{da} P_f(a) da \quad (1)$$

$P_{y(a)}$: ハザード曲線

$P_{f(a)}$: フラジリティ曲線

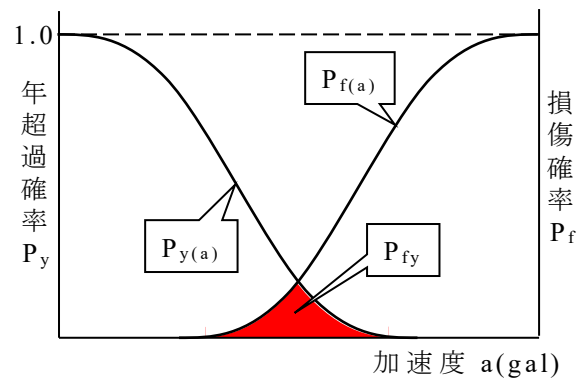


Fig. 1 PRA の概念図

[所属] *東電設計(株) Toden Sekkei Corporation, **茨城大学 Ibaraki University

[キーワード] 農業生産物, リスク評価, 風速ハザード, フラジリティ, 損傷確率

3. 農業生産物被害への PRA の適用

農業生産物に被害が生じる気象リスクとしては、高温や低温、豪雨、暴風などが挙げられるが、本論文では、暴風時に果樹(梨やリンゴ)に生じる落下や損傷のリスク評価に着目して、研究方針と現時点での研究成果を報告する。

ハザード曲線は、リンゴと梨の生産量が上位である長野県の長野市を対象として作成する。長野市の気象庁アメダス地点では 1961~2018 年の 58 年間で日最大風速(10分平均)が記録されており、この風速を最大値から降順に並べ替えて、ある風速 w 以上の日最大風速が発生する年超過確率 $P(w)$ を式(2)で求める。

$$P(w) = 1 - \exp(-n/t) \quad (2)$$

w : 日最大風速 (m/s)

t : 観測期間 (58 年)

n : w 以上の日最大風速の発生数

Fig.2 は 1961~1990 年と 1989~2018 年の各 30 年間で作成したハザード曲線の比較図である。図に示すように、直近 30 年のハザード曲線が左側に位置し、風速リスクが低くなっていると解釈できる。

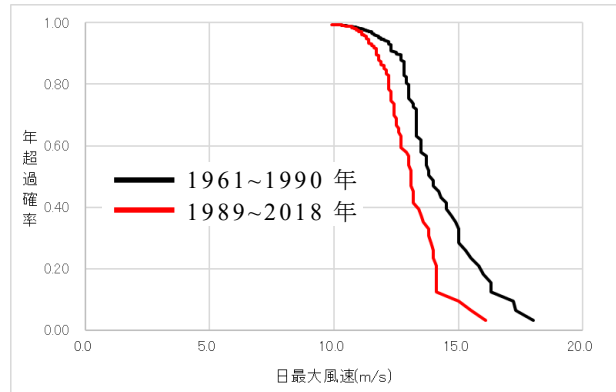


Fig. 2 最大風速のハザード曲線

フラジリティ曲線は、自治体等で記録されている過去の果樹被害データを任意の関数型で回帰して作成する。被害データは今後収集する予定であり、ここでは曲線の関数型を検討する。果実の落下はヘタと枝の引張強度に依存すると考えて、Fig.3 に示すように 2 本の輪にした紐を梨に掛けて引張計で静的に真下に引っ張り、最大引張強度を計測した。試験場所は茨城大学農学部の試験農場で、試験数は 2 種類の梨で計 59 個である。



Fig. 3 引張試験

それぞれの梨で、最大引張強度を平均値で除して基準化した頻度分布を Fig.4 に示す。頻度分布の形状は正規分布に類似しており、正規確率プロットの相関係数は 0.985 であることから、引張強度は正規分布に従い、フラジリティ曲線の関数型も正規分布曲線と考える。

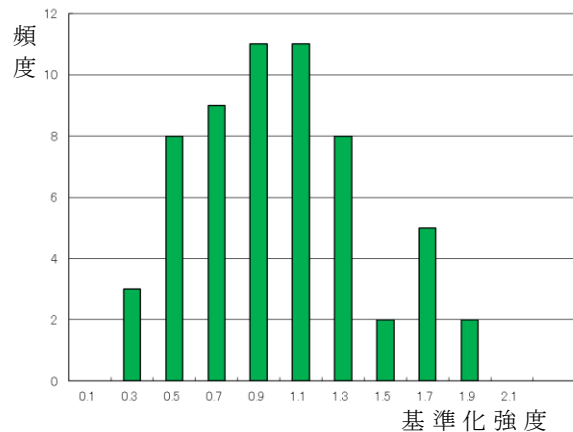


Fig. 4 引張強度の頻度分布

4. まとめ

本報告では、暴風による果樹落下リスク要因である風速ハザード曲線を提示し、フラジリティ曲線の設定方法を述べた。今後は、過去の実被害データを収集して、具体的なリスク評価検討に進む予定である。