特集

構造物の設計風速の評価手法と実務への応用

損害保険業界における台風モデルの活用 Application of Typhoon Model in the Non-Life Insurance Industry

岡崎 豪*

Takeshi OKAZAKI

1. はじめに

台風を含めた風水災リスクは、保険により個人や企業から損害保険会社（以下、損保業界と呼ぶ）にその大部分が転嫁されており、損保業界は大きな風水災リスクを抱えた存在である。そのため、損保業界のこれまでの取り組みは、日本の災害史や風工学分野の進展を振り返る上で欠かさない側面となっている。損保業界はモンテカルロ・シミュレーションによる台風シミュレーションモデル（以下、台風モデルと呼ぶ）を経営に活用している。本稿では、その歴史的な背景、台風モデルの概要、今後の課題を示す。

2. 損保業界の歴史

日本の損保業界が台風を含めた風水災リスクを抱える歴史は、1959年（昭和34年）の伊勢湾台風による被害から始まる。伊勢湾台風は日本の防災行政の基本となる災害対策基本法制定の契機となるなど、我が国の防災対策の原点となった災害である。伊勢湾台風は全国に強風による被害を及ぼしたのみならず、愛知県や三重県では高潮により建物の全壊・流出等の大きな被害を及ぼした。1959年から57年が経過した現在まで、伊勢湾台風を超える経済損害を及ぼした台風は未だ発生しておらず、依然として既往最大の被害を及ぼした台風として位置付けられている。この台風の2年後の1961年、監督官庁の強い要望により、建物が全壊もしくは流出したときに保険金

額の3%を限度として保険金が支払われることが新設の住宅総合保険に盛り込まれた¹⁾。これ以前の火災保険はその名の通り、火災リスクのみを担保する商品であり、複数の危険は担保されていなかった。風水災リスクは当時の損保業界が抱えるには困難な巨大リスクと見なされており、損保業界はそのリスクの引受けに慎重な姿勢であった。

その後、1961年の第2室戸台風などが甚大な被害を及ぼしたこともあり、長い期間、補償内容の変更はなされなかった。転機は1982年の長崎水害、1983年の山陰豪雨水害であり、これら災害後の1984年6月1日に火災保険が改定となり、火災保険における風水災の補償が拡大した。風災による損害においては、建物もしくは家財が20万円以上の損害を受けたときには、保険金額100%を上限として原則実損払いで保険金を支払う方式となった。この改定により、損保業界の風災リスクのグロス保有は急激に高まった。一方、水災への補償は損害率が30%未満の場合は限度額の設定があり、30%以上の場合は70%縮小支払方式であり、風災への補償と比較すると依然として補償は不十分な状態であった。しかしながら、水災による損害が発生したときに十分な補償が受けられなかった保険契約者からの苦情やゲリラ豪雨の頻度の増加などを背景として、水災による損害を原則実損払いとする商品が2010年頃に各社から提供されるようになった。この商品改定により、現在では、風災と水災のどちらも原則、

* エーオンベンフィールドジャパン株式会社
Aon Benfield Japan Ltd.

再取得価額の実損払いとし、複数の小額免責金額から契約者が自由に選択できる商品となっている。

その結果として、損保業界は大きな風水災リスクを抱えるようになった。図1に三井住友海上火災保険が販売する「GK すまいの保険」²⁾の2010～2013年度の実績に基づいたリスク別の支払保険金の内訳を示す。同図から風災、雹災、雪災を合計した割合は42%であり、火災、落雷、破裂・爆発を合計した割合の20%の2倍近い大きな割合であることが確認できる。水災は6%であるが、集計した4年間に大規模な水災が発生していなかったためであり、潜在的なリスクは大きいと予想される。なお、火災リスクは耐火構造物の増加などにより事故件数は年々減少している。

損保業界による総支払保険金の確率分布は火災リスクが正規分布、風水災リスクが対数正規分布に従うと言われている。マクロ的に見ると、長年の商品改定により、損保業界が抱えるリスクは正規分布から対数正規分布に変化しており、リスク管理の重要性が高まっていると言える。

図1 三井住友海上が販売する「GK すまいの保険」におけるリスク別の支払保険金の内訳

3. 損保業界の災害リスクへの取り組み

1980年代から現在までの損保業界における災害リスクへの取り組みを振り返る。1980年代は集積管理と呼ばれる、災害が起りやすい地域の建物や家財の保険金額を集計・評価する手法が主に採用されていた。これは災害の強度や頻度の評価が難しかった時代の手法であり、保険金額の合計により、およそのリスク量を把握することを目的として用いられた。1990年代からはシナリオ解析と呼ばれる手法が採用されるようになり、シミュレーションにより過去の災害と同じ強度の災害が現在において発生した場合、どれほどの支払保険金が発生するかを評価するようになった。評価においては、過去の災害の

実績損失率や工学的事故発生モデルが使用された。同時に1990年代から一部の保険会社にて、確率論解析と呼ばれる手法が採用された。確率論解析とは、モンテカルロ・シミュレーションをベースとした工学的事故発生モデルにより確率論的にリスク量を評価する手法であり、EP (Exceedance Probability)カーブと呼ばれる支払保険金と発生確率の関係を求めるものである。台風モデルもこの工学的事故発生モデルの一つである。リスク量を確率論的に扱うことで、料率、アンダーライティング、再保険、リスクマネジメントなどの様々な用途に活用することが可能となった。

日本の損保業界が台風モデルを導入する契機となったのは、1991年の台風第19号と1992年の米国のハリケーン・アンドリューによる影響が大きい。台風第19号は5,680億円³⁾、ハリケーン・アンドリューは157億米ドル⁴⁾の支払保険金を当時において計上し、いずれもそれまでとは桁違いの支払保険金となり、災害リスクへの認識を一変させた。これら甚大な災害により、損保業界はリスク管理の高度化の必要性を痛感し、台風モデルを導入し、再保険や資本政策の判断に活用するようになった。

損保業界のビジネスの特徴として、保険契約を増やしていけば、利益が増加するが、一方でリスクも増加する点がある。保険会社はそのリスクに備えるために資本を積み増す必要があるが、資本を積み増すと資本コストが増加する。そして、資本コストが上昇すると、利益が減少する。すなわち、利益、リスク、資本は相互に影響し合う指標であり、トータルで経営判断する必要がある。この概念を経営モデルとしたものがERM (Enterprise Risk Management)である。ERMは2000年代初頭からアリアンツ、スイス再保険などの欧州の損保業界で導入が進み、日本の大手損保会社も1990年代後半もしくは2000年代から段階的に導入を開始した。ERMは経営理念から企業文化までの非常に多岐に渡るものである。図2にERM経営のフレームワークを示す⁵⁾。ERMにおいては、上位の取り組みにガバナンスや経営への活用などがあり、次に資本の有効活用・収益性の向上、破綻防止・リスク管理がある。この収益性の評価とリスク管理の両方において、台風モデルが活用されている。例えば、火災保険の純保険料のうち、風水災リスクが占める割合は高く、個々の契約の保険料が妥当であるのかを台風モデルを用いて評価することが可能である。また、リスク管理として、台風モデルによりポートフォリオリスクの評価を行い、資本との対比を行うことになる。その他、ストレステストにおいても活用されている。このように台風モデルは損

保業界のビジネスにおいて欠かせないものとなっており、ERM の基盤として重要なツールの一つとなっている。将来的には損保業界は更にデータに基づいた経営に移行していく可能性があり、台風モデルの重要性は益々高まることが予想される。

図2 ERM のフレームワーク

4. 損保業界で使用される台風モデル

損保業界で使用される一般的な台風モデルのフローを図3に示す。まずエクスポージャーと呼ばれる保険契約データを整備する必要がある。保険契約データには、保険契約対象の所在地、建物構造、建物や家財の保険金額、築年数などのデータが含まれる。これら保険契約データに対して、ハザードモジュール、脆弱性モジュール、フィナンシャルモジュールと呼ばれる過程を介して、出力結果を得る。以下、それぞれのモジュールの概要を述べる。

4. 1 ハザードモジュール

ハザードモジュールは主に台風による強風をモデルで評価する過程であり、他の分野で活用されている台風シミュレーションと基本的な手法は同じである。ただし、建築構造物などの分野では各地点の再現期間50や100年の最大風速の評価などが重要となるが、損保業界では1台風がすべての地域にもたらす支払保険金の合計が重要となる。

(1) 仮想台風の生成

台風モデルによる仮想台風の発生方法は大きく3つに分けられる。

図3 台風モデルのフロー

本稿では、これらをサイト限定型モデル、領域限定型モデル (Full-track type)、領域限定型モデル (Coast-crossing type) と呼ぶ。サイト限定型モデルはRussell⁶⁾により提案され、目標地点の半径500kmの範囲内を通過する台風をシミュレートし、目標地点で発生する強風を予測するものである (図4)。サイト限定型モデルは目標地点における長い再現期間の設計風速を評価するのに適しており、主に橋梁や高層建築物を設計する際の風荷重の評価を目的として活用されている。しかしながら、複数の地点の風速を同時に評価することはできない。領域限定型モデル (Full-track type) は、台風の発生から消滅までをシミュレートする手法である (図5)。日本では、藤井・光田⁷⁾が日本の南方で台風を発生させ、時間とともに北上させる手法を提案した。このモデルは台風毎の予想損害額を評価することが可能である反面、発生から日本本土に上陸するまでに長時間の予測シミュレーションを行うため、開発の難易度がやや高い。領域限定型モデル (Coast-crossing type) は領域限定型モデル (Full-track type) を改善したモデルであり、対象地域近傍にゲートを設定し、ゲート上から台風を発生させる手法である (図6)。

藤井・光田⁸⁾は日本の本土海岸線に沿ってゲートを設定し、上陸後の台風を評価する手法を提案した。

損保業界では領域限定型モデル (Full-track type) もしくは領域限定型モデル (Coast-crossing type) が採用されている。ただし、再保険会社は複数の国が 1 つの台風で同時に被災するリスクに関心が高いことから、海外のハリケーンモデルでは、領域限定型モデル (Full-track type) が主流となっている。これら手法により生成した多数の仮想台風を集めてイベントセットと呼ぶ。

図4 サイト限定型モデル

図5 領域限定型モデル (Full-track type)

図6 領域限定型モデル (Coast-crossing type)

(2) 傾度風速

傾度風速は、発達した台風の気圧場はその等圧線が同心円状になり、中心からの距離の関数として表されるとする Holland⁹⁾の式により評価される。なお、気圧場の分布には様々な式が提案されており、モデルにより採用されている手法は異なる。

(3) 地表風速

地表風速は傾度風速に基づいて、地表面の地形や粗度の影響を考慮して計算する。尾根状の地形がある場合、風は斜面を上がるにつれて加速し、斜面の中程よりも上の地表面付近の平均風速は平坦な地形上よりも大きい¹⁰⁾。このような地形の効果を地表風速に反映させる。地表面粗度は地表面の摩擦効果を表すものであり、地表面の風速の大小に影響を及ぼす。例えば、建物の密集する地域では粗度係数が大きく、風速が減衰しやすくなる。一方、障害となるものが少ない平野や海上では粗度係数は小さく、風速の減衰は小さくなる。地表面粗度は土地利用データ、地形効果は標高データを用いて主に区分される。

(4) 最大瞬間風速

脆弱性曲線に用いられる風速の指標には、被害との相関の高さから最大瞬間風速が用いられることが多い。傾度風速を介して評価した地表風速は10分間平均風速もしくは1分間平均風速もしくはそれに近い指標であることから、突風率を乗じて、それら指標から最大瞬間風速に変換することが多くのモデルで行われている。

(5) 高潮リスク

一部の台風モデルでは、高潮を明示的にモデル化している。台風に伴う風が沖から海岸へ向かって吹くと、海水は海岸へ吹き寄せられて潮位が上昇する。この吹き寄せ効果による海面上昇の潮位偏差は風速の2乗に比例する。また、台風が接近して気圧が低くなると海面が持ち上がる。この吸い上げ効果により気圧が1hPa低いと海面は約1cm上昇する。これら効果をモデリングし、沿岸部での潮位や浸水域を評価する。

(6) その他の水災リスク

水災リスクには外水氾濫(河川氾濫)、内水氾濫、高潮、ダムの決壊などが含まれる。モデルによって、水災の定義は異なるが、一部のモデルでは外水氾濫や内水氾濫が明示的にモデル化されている。外水氾濫の評価においては、洪水氾濫シミュレーションを行い、氾濫流がどのように流れていくかを推定する必要がある。

4. 2 脆弱性モジュール

脆弱性モジュールはハザードモジュールで評価した風速に基づいて、損害額を評価する過程である。ここで使

用されるハザードの指標は災害により異なり、最大風速や最大瞬間風速、最大風速の継続時間などが用いられる。このハザードの大きさに対する損失率を評価する関係式が脆弱性曲線と呼ばれる。脆弱性曲線のイメージを図7に示す。最大瞬間風速に対する損失率の関係式となっており、この損失率に保険金額を乗じることで、損害額を算出する。またこの曲線には損失率の不確実性を表す確率分布が与えられる。この分布により損害額の標準偏差を出力する。

強風による被害には、外圧による被害だけでなく、損壊した外装材が飛散物となって周辺の建物に及ぼす被害がある。飛散物の発生を工学的に評価するのは困難であるため、過去の支払保険金のデータからこれら被害を間接的に評価する方法が採用される。

図7 脆弱性曲線のイメージ

一般的に脆弱性曲線は、物件種別、建物構造、保険の目的、築年数、階数、地域性などに区分されて整備される¹¹⁾。以下、それぞれの区分の概要を示す。

(1) 物件（用途）種別

物件種別は大きく住宅物件、一般物件（例 事務所、店舗）、工場物件、倉庫物件に区分される。用途種別は集合住宅、小売、学校、銀行、石油化学、重工業、組立業などに分けられる。工場物件の用途種別は休業損失の評価に大きく影響する。

(2) 建物構造

火災保険の構造級別もしくは構造材の種類に応じて脆弱性曲線が構築される。例えば、住宅物件の構造級別は2010年以前の住宅火災保険であれば、A、B、C、D構造であり、2010年以降ではマンション構造（M構造）、耐火構造（T構造）、その他の構造（H構造）の3区分となっている。構造材の種類の場合、木造、鉄骨造、鉄筋コ

ンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造などに分類される。建物構造が不明の場合、上記の建物構造を組み合わせで加重平均したものが適用される。

(3) 保険の目的

保険の目的とは保険契約における対象となるものを意味し、建物、家財（一般物件の場合は什器、設備、商品等）、休業損失に分けられる。休業損失は建物に損害が発生したときに生じる直接損害のみを対象とすることが一般的である。

(4) 建築年

建築年によって異なる脆弱性曲線が用意されている。この脆弱性曲線は建築基準法の改正・施行の年などにより区分される。

(5) 階数

物件の階数によって異なる脆弱性曲線が用意されている。階数が不明の場合は、平均的な階数の脆弱性曲線が適用される。

(6) 地域性

同じ風速でも地域により被害の大きさは異なる。これは同じ木造物件でも使用される屋根材、施工方法などが地域により異なるため、同じ耐力とはならないためである。このような地域性を考慮し、地域毎に異なる脆弱性曲線が用意される。

4. 3 フィナンシャルモジュール

フィナンシャルモジュールは脆弱性モジュールで評価した損害額に対して元受保険契約の支払条件を反映し、最終的な支払保険金を評価する過程である。主な支払条件は免責金額、支払限度額、縮小支払であり、これらが保険商品や保険種目に応じて細かく設定されている。

元受契約の支払条件の他、保険会社と再保険会社との間で取り交わす再保険の支払条件がある。多くのモデルでは、この支払条件を反映する機能も有している。フィナンシャルモジュールは、ハザードモジュールや脆弱性モジュールと比較すると残された課題は少ない。ただし、複雑な支払条件の保険商品が発売された場合、それに対応するように機能を追加する必要がある。

4. 4 出力結果

出力結果を得るため、次の計算を行う。(1) あるイベントに対して、ハザードモジュール、脆弱性モジュール、フィナンシャルモジュールを経て、各地点の支払保険金を計算する。(2) 全ての地点の支払保険金を合算し、当該イベントに対する合計の支払保険金を計算する。(3) 全てのイベントセットに対して(1)と(2)の過程を繰り返す。

表1 イベントロステープルの例

イベント (台風)ID	支払保険金の 平均	支払保険金の 標準偏差	年発生確率
000001	121,000,000	56,000,000	0.00003
000002	114,000,000	61,000,000	0.00004
000003	104,000,000	42,000,000	0.00005
000004	99,000,000	39,000,000	0.00007
000005	90,000,000	38,000,000	0.00007
...	...	...	...

図8 支払保険金と年発生確率の関係

図9 超過確率の計算過程のイメージ

これらの過程から得られる結果がイベントロステープルであり、表1と図8に例を示す。イベントロステープルにはイベントセット毎の支払保険金の平均と標準偏差、年発生確率が含まれる。このイベントロステープルからEPカーブもしくはリスクカーブと呼ばれる結果に変換する。EPカーブとは、支払保険金と1年間にそれ以上の支払保険金が発生する確率（年超過確率）との関係で表される。年超過確率の逆数をとった再現期間とそれに対応する支払保険金との関係で表されることもある。例えば、年超過確率0.5%は再現期間200年に相当する。このリスクカーブは確率論解析により生成したすべてのイベントセットを考慮したものであり、1年間のシミュレーションを100,000通り行った場合、100,000個の点を支払保険金の降順に並び替えることで得られる。図9の上図の場合、X円以上の支払保険金となる台風が発生する確率は斜線の面積の部分であり、これが年超過確率に相当する。この概念に基づいて、支払保険金と年超過確率の関係を計算する。表2はこのEPカーブに基づいて、特定の再現期間に対する支払保険金の結果をまとめたものである。

損保業界はこれら出力結果を様々な用途で用いている。収益性の面においては、保険契約の引受時の判断や収益性判断指標として活用されている。リスク管理の面では、自社の資本十分性の評価、ストレステスト、監督当局に報告するソルベンシー・マージン比率における巨大災害リスクの評価、再保険ストラクチャーの評価に活用されている。

表2 EPカーブから導いた分析結果の例

再現期間	年超過確率	支払保険金
1,000	0.1%	90,000,000
500	0.2%	80,000,000
250	0.4%	75,000,000
200	0.5%	53,000,000
100	1.0%	40,000,000
...	...	...
年平均		5,000,000
標準偏差		4,000,000

5. 今後の課題

日本の損保業界が台風モデルを使用し始めてから約20

年が経過した。当初は台風モデルの信頼性に懐疑的な声もあったが、現在では台風モデルは損保業界で広く経営に活用されている。これは支払保険金や台風の観測データの蓄積とそれらを用いた継続的な改善によりモデルの信頼性が向上したことが寄与していると考ええる。しかしながら、まだ多くの課題が残されており、損保業界では独自の研究や試行錯誤を行っている。本章では、それら台風モデルに関わる主な課題について述べる。

5. 1 地球温暖化

地球温暖化が台風の強度や経路などに影響を及ぼすことが指摘されている。地球温暖化とは、CO₂やメタンなどの温室効果ガスの増加により、地球表面の気候や海洋の平均温度が長期的に見て上昇する現象である。坪木は「雲解像モデルを用いた力学的ダウンスケーリングにより、温暖化気候において、1分平均の最大風速が66.9m/s以上の強度を持つ台風であるスーパー台風が日本を含む中緯度の東アジア地域に影響を与えやすくなる可能性がある。」と述べている¹²⁾。台風モデルは過去の観測記録に基づいて各種パラメーターの確率分布を構築している。そのため、気候場が変化する場合、その変化の影響を適切にモデルに反映させる必要がある。また、地球温暖化による降水量の増加、海面の上昇も考慮する必要がある。

5. 2 都市化

アジアの主要な地域ではいずれも都市化が進んでおり、各国政府の大きな課題となっている。日本でも河口部の低地、沿岸部などで都市化が依然として拡大している。都市部での人口や資産の集中は効率的な社会活動に寄与するが、一方で自然災害が発生した場合、被害が甚大となる恐れがある。損保業界としても集積リスクの高まりは持続的な経営を脅かすものとなる。そのため、都市化が拡大する地域のリスク評価は一層の精度向上が求められる。一方で、台風モデルの活用はリスク対策に寄与する。都市化が進んでいる地域の工場物件や一般物件に対して、最大級の強風や高潮を台風モデルにより分析することで、それに即した防潮堤や地盤の嵩上げなどの対策が提案できる。

5. 3 経営上の観点

損保業界が抱える課題はERMの高度化である。この高度化の内容は業務全般に及ぶが、モデルに関わる部分では、リスク計量化手法の高度化、エマージングリスク、ストレステスト、モデルガバナンス、モデルの文書化、人材育成、態勢整備などが挙げられる。

長期的な課題としては、資本コストや再保険コストなどを考慮したリスクベースの保険料率の設定、資本規制

におけるモデルの活用がある。欧州において2016年1月から施行された損保業界への資本規制であるソルベンシーIIでは、保険会社が独自のモデルを用いて規制に係るリスク評価を行うことが可能となった。ただし、使用するにあたっては、高い信頼性が求められ、様々な検証を経る必要がある。例えば、過去の支払保険金を用いたバックテストと呼ばれる検証があり、モデルによる出力の再現性が確認される。このバックテストの再現性を向上させる方策の一つとして、脆弱性曲線に自社のポートフォリオ特性を反映させた見直しがある。外部のモデリング会社が開発した台風モデルを使用する場合、脆弱性曲線は平均的な用途別群をベースとして構築されているため、各社が引き受けているポートフォリオとのずれがあることがあり、脆弱性曲線の見直しが必要となる。

5. 4 台風モデルの改善

出力結果であるイベントロステーブルには標準偏差が含まれており、これが不確実性の大きさを表している。保険会社はこの不確実性の大きさを考慮し、資本の積み増しや再保険の手配などの対応をしている。不確実性が大きい場合、最終的なリスク量は大きくなり、保険会社はより大きな資本を確保する必要に迫られる。その場合、保険会社の資本コストが上昇し、延いては保険契約者の保険料率にも影響が生じる。したがって、不確実性を減少させる取り組みは重要であり、この不確実性を減少させるため、モデルに入力する保険契約データや各モジュールの評価手法を継続的に改善する必要がある。

保険契約データに関しては、そのデータの品質を向上させる必要がある。ここでの品質にはデータの正確性、完全性、適切性がある。完全性とはデータベースが包括的・網羅的な情報となっているかを意味することであり、現状の損保業界ではこの点が課題となっている。例えば、所在地の情報が一部の契約で不明である点、築年数や階数の情報が大部分の契約で不明である点などに問題がある。台風モデルが築年数などのデータを反映して分析できる機能を有していても、これらデータが整備されていなければ分析はできない。ただし、データの整備には代理店との連携やITシステムと連動した改善が必要になるため、膨大な費用が発生することが避けられず、改善する上での課題となっている。

ハザードモジュールでの課題は風速の評価に用いられる基礎データの見直しがある。例えば、高い解像度の標高データや土地利用データの導入である。これらデータを用いることにより、風速や浸水深の精度が向上することが期待される。また地表風速や突風率の評価式の改善

などがある。

今後の台風モデルの改善においては、数値気象予報モデルの活用が予想される。数値気象予報モデルを活用することの利点として、台風に伴う降水量の評価、温帯低気圧による風速の評価、将来の気象場でのリスク量の評価などが挙げられる。2012年に米東部に上陸したハリケーン・サンディは大きな高潮と強風の被害を及ぼしたが、上陸時の構造は温帯低気圧であった。このハリケーンの以前では温帯低気圧により甚大な被害が発生することは、保険業界であり想定されていなかった。この災害を教訓として、日本においても温帯低気圧のモデル化に取り組むことが望ましい。一方で、非線形モデルである数値気象予報モデルの扱いは難しく、損保業界ではまだ本格的な導入には至っていないのが現状である。Vickeryは「数値気象予報モデルは次世代のハリケーンモデルに使用されるだろうが、現時点ではまだ分からない。しかし、少なくとも短期的には、全体的なモデリングの不確実性が低減する点での改善は見られる。」と述べている¹³⁾。竹見は「現実の複雑な地形分布で強雨・強風の分布を把握することは、領域気象モデルを用いることが必要不可欠である。この問題点を解決する手法として、既往極端台風の事例に基づき、領域気象モデルと確率台風モデルとを併用して仮想極端台風のサンプル数を増やし、台風特性と降水との統計的な関係を求める取り組みがなされている。ただし、将来気候での極端台風への適用という点では、まだ手法の改良が必要である。」と述べている¹⁴⁾。

脆弱性モジュールでは、脆弱性曲線の適用において課題がある。例えば、用途種別別、建築年別、階数別に用意された脆弱線曲線が使用されることは少ない。この理由は一般的にこれら情報が保険料率に影響せず、保険契約の際に収集していないためである。また、火災保険は元々は火災リスクに基づいて設計されており、その保険料率は耐火基準に基づいて区分されている。そのため、現状の建物構造の区分は風水災リスクの評価においては、必ずしも適切とは言えない。

強風により最も被害を受けやすい部位は建物の屋根である。そのため、建物の被害を評価する際には、屋根材の種類、屋根の形状、屋根のメンテナンスの状況が重要なファクターとなる。また、強風による建物の被害は殆どが一部損であり、屋根の他、外壁、雨樋、窓ガラス、シャッターなどの外装材に被害が発生することが多い。そのため、風災リスクを評価するためには、本来はこれら情報に基づいた分析であることが望ましい。しかし、建物毎の屋根材の種類や外装材などの情報はデータベース

スとして整備されておらず、リスク評価における課題となっている。また、外装材の種類は多様であり、経年劣化による影響が大きいことから、建物の被害はそもそも不確実性が大きいと言える。強風による損失率の推定には困難が付きまとうが、航空写真や衛星画像などの画像分析により外装材の種類や状態などを特定し、それらに応じて個別に損失率を推定することで、将来的に不確実性が減少する可能性はある。

マンションが保険契約の対象の場合、水災リスクは階数により被害の度合いが大きく異なるため、階数は重要な区分である。現状、平均的な階数を適用していることが多いが、個別物件のリスク評価などにおいては、正しく反映させる必要がある。

その他、非モデル化リスクの評価と呼ばれる課題がある。非モデル化リスクとは、保険会社が保有するリスクのうち、定量的に評価されていないリスクを意味する。例えば、高潮リスクなどの水災を評価していない台風モデルであれば、それらが非モデル化リスクとなる。この非モデル化リスクは工学的なアプローチで評価することが望ましいが、当面の対応として特定の係数を乗じることによって概算を評価する手法が取られることがある。その場合はその係数を設定した根拠を示す必要がある。

5. 5 台風モデルの更新

開発者は課題に取り組み、モデルを更新していくことが求められる。しかし、モデルを改善した場合、その分析結果は変化する。分析結果は経営に活用されているため、分析結果が大きく変わった場合、経営方針に見直しが要求されることになるが、その見直しは会社の規模が大きくなるほど困難となる傾向がある。この更新による分析結果の変化とその対応は、損保業界の大きな課題となっている。リスク管理や収益性評価がモデルに依存しているが故の問題であり、開発者はその改善による影響を認識する必要がある。この問題への対策として、改善により分析結果が変わる可能性のある場合、リリースまでの間、分析結果の増減の傾向などを事前に関係者と共有しながら開発を進めるなどの方法がある。

6. まとめ

本稿では、損保業界における台風モデルの活用の背景、台風モデルの概要、今後の課題を示した。以下、これら内容をまとめる。

- ・ 損保業界は1984年と2010年の商品改定により大きな風水災リスクを抱えるようになった。風水災リスクの高まりにより、損保業界では台風モデルを用いたリスク管

理の重要性が高まった。

- ・ERM のフレームワークにおいて、台風モデルはリスク管理や収益性の評価のために活用されており、ERM の基盤としての重要なツールの一つとなっている。
- ・台風モデルを用いた確率論解析により、イベントロステータブルやEP カーブなどの出力結果を得ることができる。これら結果を用いて、損保業界では自社の資本十分性の評価、ストレステスト、再保険ストラクチャーの評価などを行っている。
- ・台風モデルの主な課題には、保険契約データの品質、台風に伴う水災リスクの評価、温帯低気圧のモデル化、脆弱性曲線の見直し、非モデル化リスクの評価などがある。モデルの改善は結果の不確実性の減少に結びつき、不確実性の減少は資本コストの削減につながるため、重要な取り組みである。

参考文献

- 1) 田辺 康平, 坂口 光男, 「注釈 住宅火災保険普通保険約款」, (株)中央経済社, (1995)
- 2) 三井住友海上, 「GK すまいの保険」, <http://www.ms-ins.com/pdf/personal/kasai/gk.pdf>, (2015)
- 3) 社団法人日本損害保険協会: 過去の高額支払保険, 過去の風水害等による高額保険金支払事例, http://www.sonpo.or.jp/archive/statistics/disaster/pdf/index/c_fusuigai.pdf, (2016.1)
- 4) Aon Benfield, “2014 Annual Global Climate and Catastrophe Report”, (2014)
- 5) ERM 経営研究会, 「保険と ERM 経営の理論と実践」, 公益財団法人損害保険事業総合研究所, (2015)
- 6) Russell, L.R., “Probability distributions for hurricane effects”, J. of the Waterways, Harbor and Coastal Engineering Division, ASCE, Vol.97, No.WW1, Feb, pp.139-154, (1971)
- 7) Fujii, T. and Mitsuta, Y., “Model of Severe Typhoon (1)”, Annuals, Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., 10, pp.227-234, (1975)
- 8) Fujii, T., and Mitsuta, Y., “Simulation of winds in typhoons by a stochastic model”, J. Wind Eng., No.28, pp.1-12, (1986)
- 9) Holland, G.J., “An analytic model of the wind and pressure profiles in Hurricanes”, Mon. Weather Rev., 108 No.8, pp.1212-1218, (1980)
- 10) 一般社団法人日本建築学会, 「建築物荷重指針・同解説 (2004)」, 丸善出版株式会社, (2004)
- 11) エーオンベンフィールドジャパン株式会社, 「自然災害リスクに係る外部調達モデルの構造等に関する調査 報告書」, (2012)
- 12) 坪木 和久, 「高解像度ダウンスケーリングによる将来台風の強度予測」, 日本風工学会誌, 第 40 巻, 第 4 号, pp. 380-390, (2015)
- 13) P. J. Vickery, F.J. Masters, M. D. Powell, d. Wadhera, “Hurricane hazard modeling: The past, present, and future”, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., 97, pp. 392-405, (2009)
- 14) 竹見 哲也, 「地球温暖化に伴う気象災害の影響評価」, 日本風工学会誌, 第 40 巻, 第 4 号, pp. 399-406, (2015)