

sigma

2021年の自然災害： 洪水被害に歯止めがか からない

- 02 エグゼクティブサマリー
- 03 重要ポイント
- 05 2021年：またも大規模気象イベントが多発した年
- 11 洪水：プライマリー・ペリルに匹敵するリスク
- 23 洪水に対するレジリエンスの強化：元受 / 再保険業界の役割
- 28 結論
- 29 補遺 1: 2021年を振り返る
- 33 補遺 2

エグゼクティブサマリー

2021年の自然災害による世界の経済的損害額は2,700億米ドル、うち約40%が保険により補償されていた

世界中で大規模な洪水が大きな被害をもたらすなか、年間最大の損害事象となったのはハリケーン「アイダ」

毎年洪水は広範囲にわたる被害をもたらす、社会的および経済的レジリエンスを低下させている

洪水リスクの評価は複雑で、数多くの多様な要因が物理的および経済的損害の規模に影響を及ぼす

洪水リスクのデータフローおよびモデリングをさらに強化する必要がある

綿密に理解することにより、洪水リスクのコスト算定を改善し、現地のリスク軽減計画に生かすことができる

2021年の自然災害および人災による世界の経済的損害は、GDPの成長効果を平準化調整した後の額で、2,800億米ドルに上り、シグマ誌史上6番目、1970年以降では16番目の規模となった。経済的損害額のうち、2,700億米ドルが自然災害に起因した。2,000人の命を奪ったハイチの大地震に加え、世界中で50を超える大規模な洪水、熱帯低気圧、寒波、熱波、および大規模対流性暴風雨(severe convective storms; SCS)が記録された。経済的損害額のうち、1,190億米ドルが保険で補償されたが、これは史上4番目の規模であり、そのうち1,110億米ドルが自然災害によるものだった。

過去5年間の保険損害が高水準となったことは、SCS、洪水、山火事などのセカンダリー・ペリルが繰り返し発生したことに起因する。しかし、2021年は最大の保険損害(300~320億米ドル)をもたらしたハリケーン「アイダ」などのピーク・ペリルの発生も特徴的であった。保険損害は2012年から2016年にかけて減少した後に、2017年から2021年にかけて上昇しているが、これは急激な変化というよりはむしろ年5~7%の長期的上昇トレンドに回帰したことを示している。常態的な損害額の増加率上昇こそ見られないものの、一定数のセカンダリー・ペリルによる数十億米ドル規模の保険損害の発生は新しい兆候である。2021年には2つのセカンダリー・ペリル事象—米国で発生した冬の嵐「コリ」および7月に欧州中・西部を襲った洪水—が、それぞれ100億米ドルを超える損害をもたらした。これまでセカンダリー・ペリルはプライマリー・ペリルほど十分なモニタリングがされてこなかったが、最近ではこの現状を変える取り組みが進められている。

世界中で洪水による被害を受ける人々の数は、他のいかなるペリルによって被害を受ける人の数よりも多い。洪水による損害は世界中で上昇傾向にあり、世界のGDP成長率を大きく上回るペースで拡大している。2011年から2020年にかけての世界の洪水による累積保険損害は800億米ドル近くに上り、その前の10年間のほぼ2倍となっている。2021年の洪水による保険損害額が200億米ドルであったことは、この上昇トレンドが弱まる兆しを見せていないことを示している。歴史的に洪水による経済的損害が最も大きいのはアジアであるが、保険による改善経済政策という点では遅れを取っている。深刻なプロテクションギャップは世界中に存在する。洪水による過去20年の累積経済損害額のうち保険により補償されていたのは、新興市場では7%、先進市場でも31%に過ぎなかった。

洪水リスクは複雑でモニタリングが困難である。洪水に関連した損害が時代とともに増加している主な要因は、経済成長および都市化に伴うエクスポージャーの集積である。しかし、洪水管理インフラの経年劣化や不足、都市部における「土壌シーリング」、熱帯低気圧による降雨量の増加、災害イベントのクラスターなども損害の結果を形作るその他多くの要因となった。現在および今後のリスク評価には気候変動の影響を考慮に含めることも必要である。例えば、英国における洪水関連損害のシナリオ分析では、気候変動適応策が講じられない場合、長い再現期間の洪水により引き起こされる損害は2050年に大幅に増加すると予測されている。

洪水は付保可能であり今後もそれは変わらないと考えられるが、既存の技術やモデルをさらに活用してリスクの理解を深めることが課題となる。現在使われている業界モデルも、入手可能な様々な粒度の高いデータを最適化し状況の変化に合わせて継続的にアップデートすることで、現在および将来の世界各地の洪水リスクを形作る複数のリスク要因の組み込みに応用することができる。そのためには、業界として洪水リスクをプライマリー・ペリルに匹敵するリスクとみなしてエクスポージャーデータを収集、共有、モデリングすることに加え、プライマリー・ペリルに対するのと同等の厳密なリスク管理手法の順守を強化する必要がある。

綿密にリスクを理解することにより、洪水リスクコストの算出をより正確にし、革新的リスク移転ソリューションの開発を促進させることができる。また、現地の減災計画および災害リスク管理にそれを生かすことも可能になる。洪水適応策の核となる要素は水防体制であるが、この分野でも、持続可能なインフラに長期的に投資を行っている元受/再保険各社が地域社会のレジリエンス強化のために果たせる役割は大きい。元受/再保険各社は、リスクの様々な側面にしかるべき注意を払うことにより、あらゆる場所に存在する洪水というリスクに対する経済的および社会的レジリエンスの最前線を引き続き担うことが可能である。

重要ポイント

2021年のまとめ



経済的
損害

合計
2,800億米ドル*

2020年: 2,170億米ドル
10年平均: 2,040億米ドル

自然災害
2,700億米ドル

人災
100億米ドル

世界のGDPの
0.29%

10年平均: 0.23%

*世界のGDPの自然災害によるGDP平準化調整後の
経済的損害額としては1970年以降で16番目の水準



犠牲者数

11,881名

出典: スイス・リー・インスティテュート



保険損害
総額

合計
1,190億米ドル

2020年: 990億米ドル
10年平均: 830億米ドル

自然災害
1,110億米ドル

人災
80億米ドル

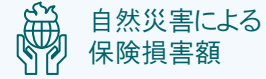
世界の財物元受
保険料計上額の6%

10年平均: 4.5%



大災害事象数

306



自然災害による
保険損害額

合計
1,110億米ドル

2020年: 900億米ドル
10年平均: 740億米ドル

セカンダリー・ペリル
810億米ドル (73%)

プライマリー・ペリル
300億米ドル (27%)

2020年: 630億米ドル

2020年: 270億米ドル



世界の
プロテクション・ギャップ

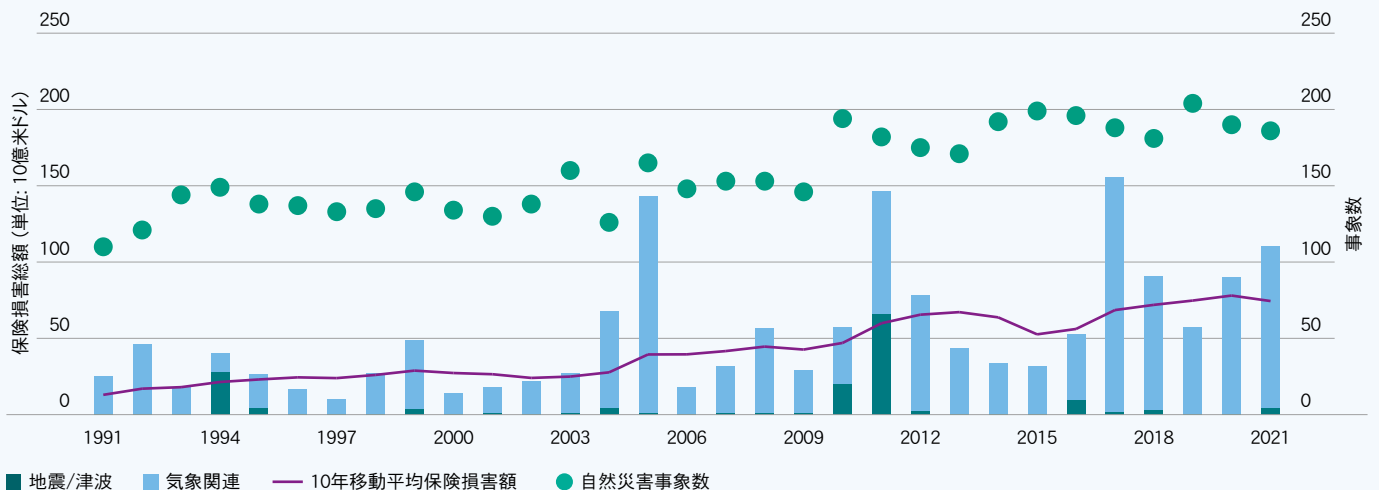
2020年
1,170億米ドル

2021年
1,610億米ドル

10年平均
1,210億米ドル

長期トレンドへの回帰

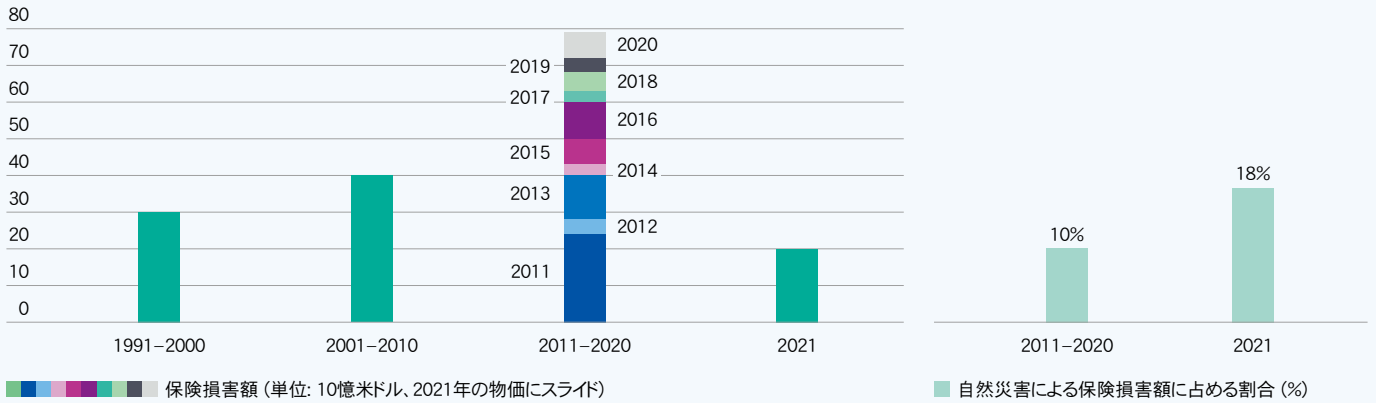
過去5年間の自然災害による保険損害は増加傾向で推移している。そのため、この傾向が「ニューノーマル」なのかという疑問が浮かぶが、答えは「そうではない」と考えられる。10年移動平均を見ると、2012年から2016年にかけては年間損害額の水準が低く推移したものの、その後は年間平均5-7%増という歴史的に観察されてきた長期的トレンドに戻っている。保険損害のニューノーマルまたは急激な変化というより、長期的かつ著しい増加トレンドに回帰したと言えるだろう。



出典: スイス・リー・インスティテュート

1991年～2021年の洪水による世界の保険損害額 (単位: 10億米ドル、2021年の物価にスライド)

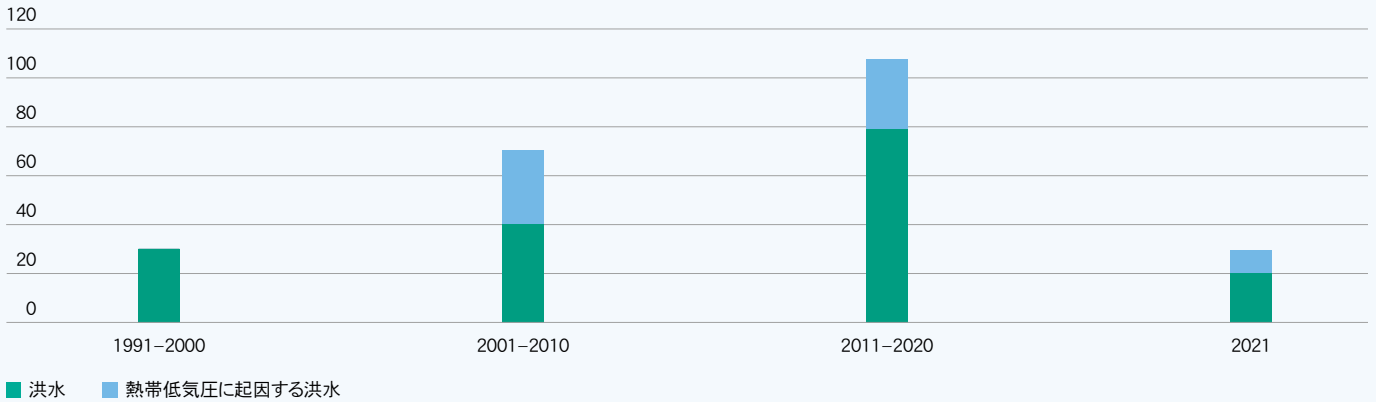
洪水による保険損害は増加を続けており、世界の洪水による保険損害のほとんどが過去20年間に起こっている。富の集中、人口増加、防災インフラの不備、および気候変動の影響などの集積が増加の主因となっている。とはいえ、過去10年間の全自然災害による保険損害総額のうち、洪水が占めるのは10%に過ぎない。これは、新興経済および先進経済の両方において洪水保険の普及率が低いことを反映している。



出典: スイス・リー・インスティテュート

洪水による世界の保険損害額、熱帯低気圧に起因する洪水による推定損害額を含む (単位: 10億米ドル、2021年の物価にスライド)

洪水は、高潮または豪雨が大規模な内水氾濫を引き起こす熱帯低気圧による二次的影響である場合がある。限られた情報に基づく推定によれば、熱帯低気圧の二次的影響としての洪水は、外水および内水氾濫に起因する過去20年間の世界の保険損害をおよそ30%増加させた。



出典: スイス・リー・インスティテュート

元受/再保険業界に求められる行動

洪水リスクの評価を厳密化しリスク移転ソリューションを開発する

業界に求められる行動	有望な軌道
① データの質、透明性、および流れ: 正確な洪水関連エクスポージャー、支払保険金、契約情報のデータを収集し登録データに含める	洪水補償のためのコーディングを含む、入手可能な建物単位の詳細なエクスポージャー情報
② モデルの機能拡張: 洪水のタイプ別、市場別の確率モデル	主要市場において、内水氾濫および熱帯低気圧に起因する洪水リスクを外水氾濫および高潮リスクと共に表示
③ 今のリスクをモデルに反映: モデルの頻繁な再校正およびマクロトレンドのバイアス除去	実績に基づくコスト算出方法ではなく、近い将来を予測する洪水モデルに基づく引受
④ 将来のリスクをモデルに反映: 2050年～2100年の予測をシミュレーションするシナリオ	ビジネス戦略に気候変動シナリオを含めるよう規制当局が要請
⑤ リスク認識の向上および移転ソリューション: 民間の保険カバーおよび公共政策の保険プールのスキーム	民間の洪水保険商品および公共政策スキームの成功例

出典: スイス・リー・インスティテュート

2021年: またも大規模気象イベントが多発した年

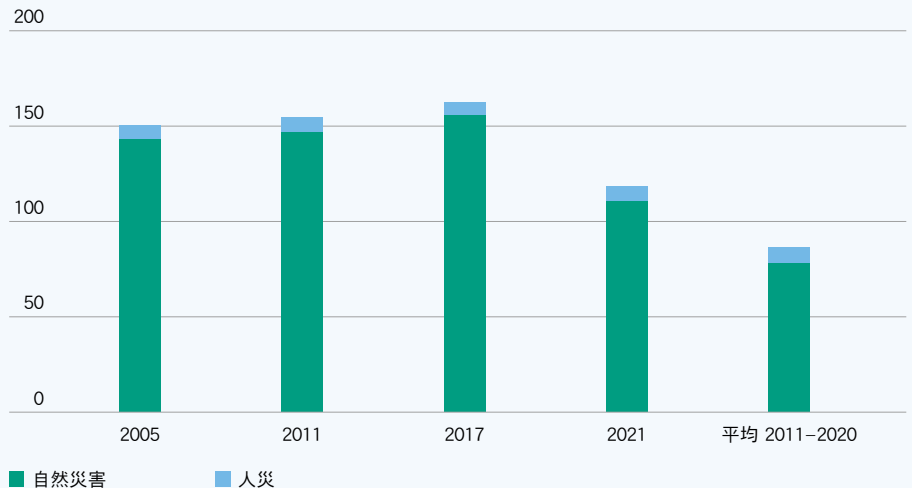
災害による2021年の保険損害総額は1,190億米ドルに上り、シグマ誌史上4番目の規模となった。この年の自然災害は、近年見られる傾向、すなわち、プライマリー・ペリルによる巨大損害の可能性および洪水を含むセカンダリー・ペリルが及ぼす大きな影響を裏付けるものとなっている。昨年の保険損害の70%以上をセカンダリー・ペリル事象が占めており、2件のセカンダリー・ペリル事象がそれぞれ100億米ドルを超える損害を引き起こしたのも史上初である。全体として過去5年間の保険損害総額は平均を上回っているものの、5-7%の長期的増加トレンドに変化は見られない。

再確認されたこと

災害による2021年の世界の保険損害総額は1,190億米ドルに上り、シグマ誌史上4番目の規模となった

2021年も豪雨、熱波、寒波と大雪、ハイチの大地震、ハリケーン、山火事、竜巻の大発生など、再び数々の大規模な災害が世界を襲った年となった。人災および自然災害を合わせた世界の経済的損害額は実質ベースで2,800億米ドルに上り、そのうち2,700億米ドルが自然災害に起因した。保険損害総額は2020年の990億米ドル並びに10年平均の870億米ドルを大きく上回る1,190億米ドルに達し、単一年の損害額としてはシグマ誌史上4番目の規模となった。そのうち自然災害による保険損害は1,110億米ドルで、こちらも年間総額としては史上4番目の規模であった。

図1
保険損害総額トップ4の年、
および過去10年の平均
(単位: 10億米ドル, 2021年の物価にスライド)



出典: スイス・リー・インスティテュート

ハリケーン・アイダはタイムリーに熱帯低気圧による巨大損害の可能性を思い起こさせた

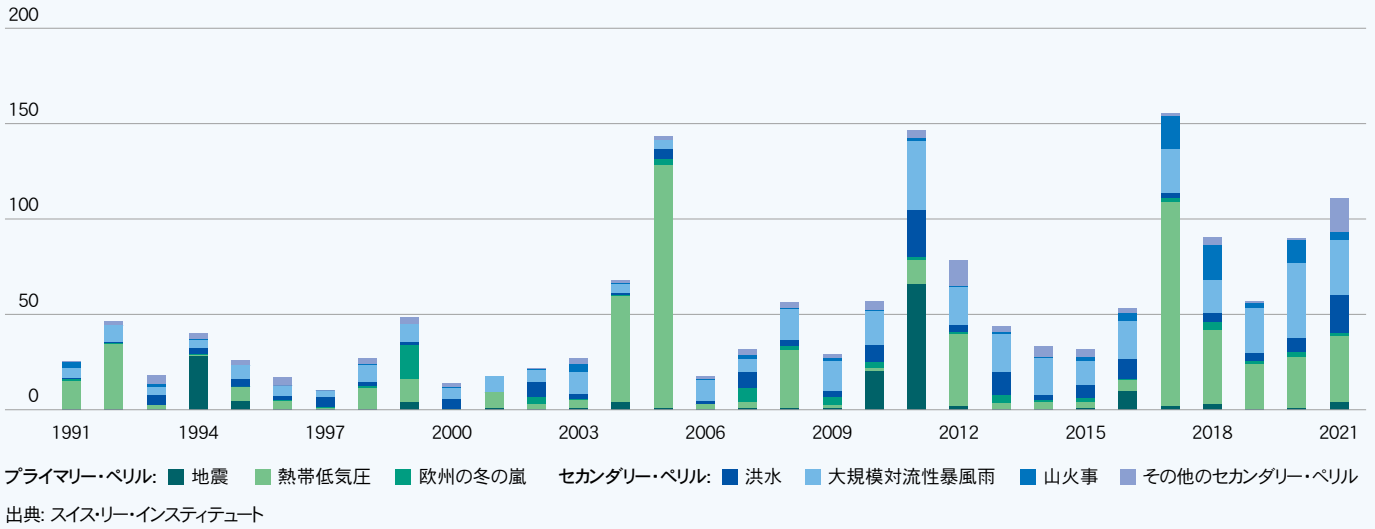
2021年の主要な損害事象はハリケーン・アイダであった。8月に米国南部を襲ったこのカテゴリー4のハリケーンは、その後進路を北東に変え、ニューヨークとその周辺地域に豪雨による大規模な洪水をもたらした。ハリケーン・アイダによる保険損害の総額は300~320億米ドルに上ると推計されており、単一のプライマリー・ペリル事象が非常に甚大な被害をもたらし得ることを如実に示す結果となった。2021年のハリケーンシーズンには名前が付く暴風雨は21件発生したが¹、これは2020年の30件を下回る。にもかかわらず、ハリケーン・アイダによる保険損害額だけで前年のすべてのハリケーンによる被害総額を上回った。

2021年の主なセカンダリー・ペリル事象は欧州の洪水と米国の冬の嵐「ユリ

2021年の自然災害による損害は多様なペリルによって引き起こされており、大規模対流性暴風雨(SCS)や洪水などのセカンダリー・ペリルが経済的損害および保険損害の両方において重要であり続けていることを裏付けている(以下「2021年の山火事: いまだ鎮火せず」参照)。セカンダリー・ペリルは2021年のすべての自然災害による保険損害の73%を占めた(図2)。主な事象には、米国の冬の嵐「ユリ」(保険損害額150億米ドル)、夏に欧州中・西部で発生した単一気象事象による複数の洪水などがあり、これは130億米ドルという記録的な保険損害をもたらした。

¹ 米国国立気象局またはその支局によって北大西洋熱帯低気圧と指定され、番号または名前がつけられたもの。

図2 自然災害による世界の保険損害、ペリルのタイプ別 (単位: 10億米ドル, 2021年の物価にスライド)



プライマリー・ペリルとセカンダリー・ペリルでは、業界によるモニタリングに求められる厳密さが異なる

標準的定義が存在しないため、本調査では自然災害を「プライマリー・ペリル」と「セカンダリー・ペリル」に分類している。主な特徴要因となるのは、厳密なデータ収集、登録、および引受上の考慮に関するペリルごとの保険業界のモデルの精巧さである。表1にその区別を示した。

表1 プライマリー・ペリルとセカンダリー・ペリルの区分、事象タイプおよび元受/再保険市場におけるモニタリング別

事象タイプ	元受/再保険業界のモニタリング	例
プライマリー・ペリル 発生頻度は低いものの大規模な損害をもたらす可能性のある自然災害	先進元受/再保険市場では伝統的に十分にモニタリングかつ管理されている	熱帯低気圧、地震、欧州の冬の嵐
セカンダリー・ペリル 比較的頻繁に発生するが、通常は損害が小〜中規模	独立したセカンダリー・ペリル プライマリー・ペリルと比較して低めの業界のモニタリングモデリングの厳密さ。エクスポージャーデータの捕捉および支払保険金データのトラッキングも弱い プライマリー・ペリルの二次的災害 必ずしも明示的に元となるプライマリー・ペリルと並行してモデリングされておらず、モニタリングもそれほど厳密ではない	大規模対流性暴風雨（雷雨、ひょう、竜巻を含む）、洪水、干ばつ、山火事、地滑り、降雪、凍結 熱帯低気圧に起因する内水氾濫、高潮、津波、液状化、および地震による火災

出典: スイス・リー・インスティテュート

昨年の山火事による保険損害は平均を下回った

2021年の山火事: いまだ鎮火せず

山火事による2021年の保険損害は40億米ドルと過去5年平均を下回った。カナダ、隣接する米国の地域、地中海地域の多くの地方で過去最高気温が更新された。カナダのブリティッシュコロンビア州のある村では6月末の数日間に「ヒート・ドーム」により気温が史上最高を記録し、気温が50°C近くまで上昇した。米国カリフォルニア州のデスバレーでは、南西部を襲った複数の熱波により気温が54.4°Cに達した²。このような異常な熱波は往々にして山火事を伴うことが多い。しかし、昨年の火災で炎が入り込んだ地域は建物密集地以外が多く、近年と比較すると支払保険金は平均以下となった。

それでも火災リスクは現実のもの

とはいえ、北米、オーストラリア、および世界各地で火災が依然として大きなハザードであることは変わらない。野生地 - 都市境界 (WUI) でのエクスポージャー拡大、損害のほとんどを占める米国で複数年続く干ばつ、現地で自然バイオマス燃料を増加させる最適とは言えない火災管理戦略を主因として、火災は今後数年間で増加することが予測されている³。カリフォルニア州では、秋の気温上昇に降雨量の減少が相まって、高火災リスクの日数が1980年代の2倍以上に増えている⁴。地球温暖化で火災シーズンが長くなることも損害の見込みを増大させている。例えば、2021年に最も大きな損害をもたらした山火事であるコロラド州のマーシャル火災は冬である年末に発生した。

自然災害による保険損害は過去5年間増加しているが...

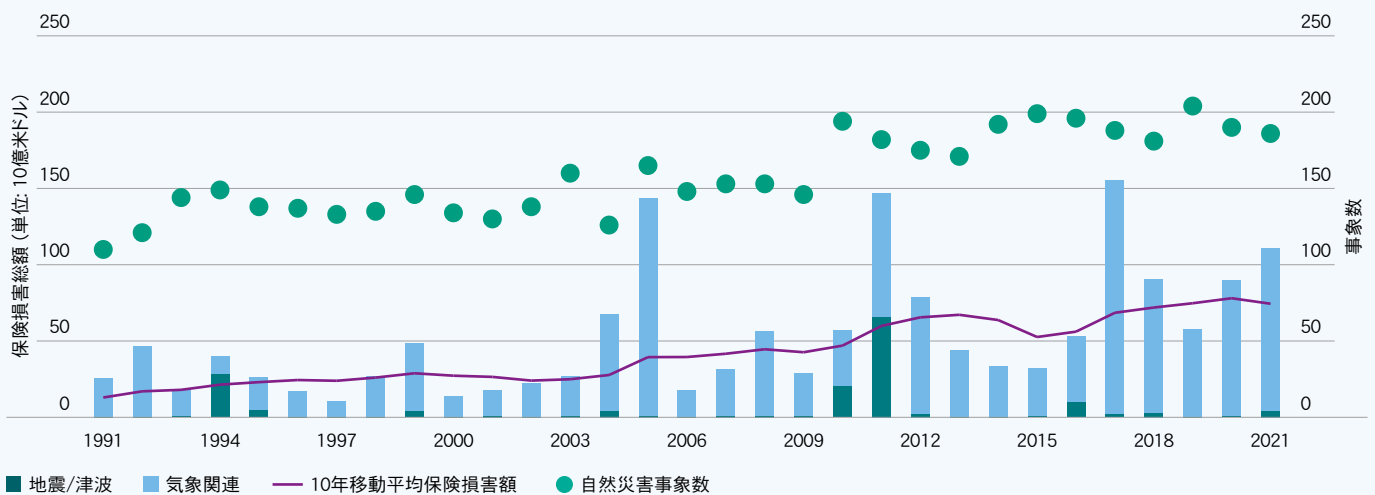
長期トレンドへの回帰

過去5年間には、プライマリー・ペリルおよびセカンダリー・ペリルによる保険損害額が増加している。大規模損害をもたらす事象の発生頻度は徐々に上昇している。10億米ドル以上の保険損害を引き起こす事象の件数は、1991年～2010年の年平均6件から2011年～2021年は15件超へと増加した(図5)。増加のうち3分の2はセカンダリー・ペリルに起因する。

…急激な変化ではなく、長期トレンドへの回帰を示唆している

2017年～2021年の自然災害による世界の保険損害額は年平均1,010億米ドルと、その前の5年間の平均480億米ドルの2倍以上に上った。しかし、この増加が年間保険損害額の急激な伸び率の上昇を表しているとは考えにくい。2017年のハリケーン・ハービー、イルマ、マリア、2018年の台風第21号(チェビー)、カリフォルニア州およびオーストラリアの大規模山火事(2017年、2018年、2019年および2020年)など、過去5年間に発生した大規模災害は甚大な被害をもたらしたものの、2012年から2016年は保険業界にとって落ち着いた期間であったため、その後上昇した保険損害の伸び率は平均的な水準である5-7%に戻ったと言える(図3)⁵。

図3 自然災害による世界の保険損害額、10年移動平均 (単位: 10億米ドル、2021年の物価にスライド)、および事象数



出典: スイス・リー・インスティテュート

3 C. Kolden 著、「山火事: 燃えた面積ではなく人と家を数える」、Nature 誌, vol. 586, 2020年

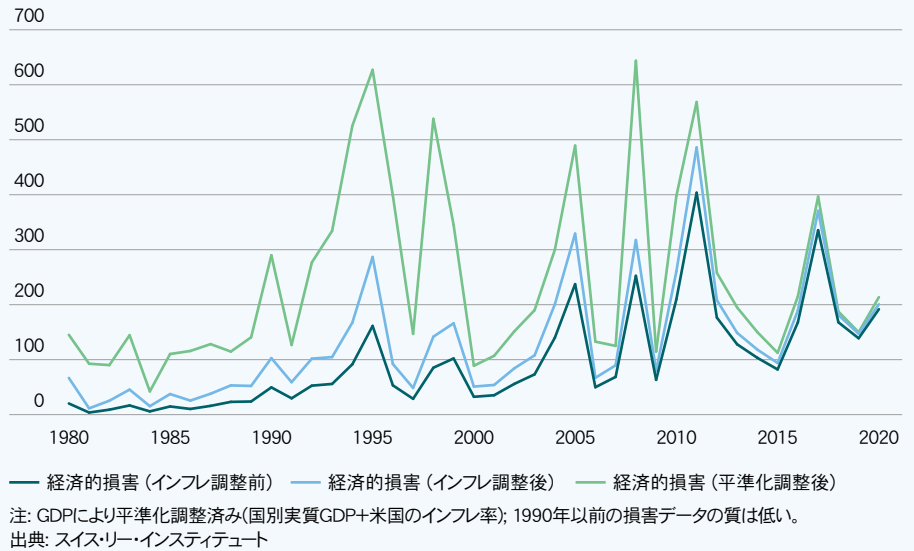
4 M. Goss 他共著、「気候変動によりカリフォルニア州で秋に大規模山火事発生の可能性が上昇」、Environmental Research Letters 誌, vol.15, 2020年

5 1991年以降、10年移動平均ベース

過去40年間の損害の増加は、主に経済成長と都市化が原因

損害の増加はその原因を主に社会経済的要因に帰することができる。経済成長および都市化により、自然災害の影響を受けやすい地域における資産価値がますます上昇している。1980年から2021年のGDP平準化調整後の平均年間経済的損害増加率は0.91%であった。つまり、過去40年間の経済価値の集積を考慮すれば、過去と同規模の災害が今発生した場合、現在の方が損害は拡大することである。

図4
自然災害による経済的損害額。
インフレ調整前、インフレ調整後
(2021年の物価にスライド)、
および正規化後 (単位: 10億米ドル)



過去2年はインフレ圧力が保険損害を増大させた

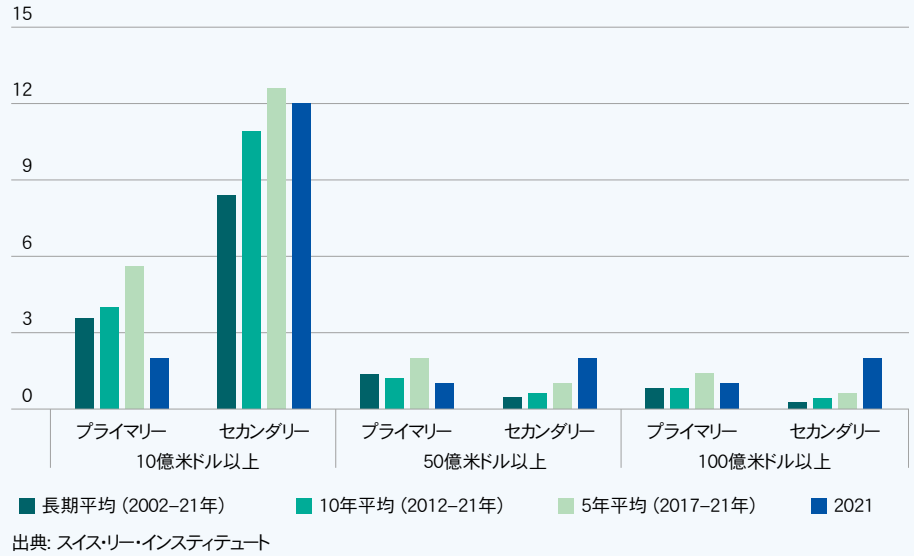
さらに、災害の後は被災地における保険ニーズが急増する。多くの個人や企業が修繕工事を必要とするため修繕費も上昇する。近年のインフレ圧力も保険損害額を増加させる一因となっている。昨年および2020年の一時期には、ハリケーン・アイダのような災害による保険ニーズの高まりをはるかに超える率でインフレが進んだ。パンデミックは世界のサプライチェーンを混乱させ、とりわけ労働力不足、在庫不足、エネルギー危機などの問題を引き起こした。加えて、前例のない経済刺激策により米国をはじめとした幾つかの市場で経済が過熱し、インフレがさらに進んだことも災害による損害拡大につながった。

損害の原因となり得る余地に注目する

単一年としては初めて2件のセカンダリー・ペリルによる保険損害が100億米ドルを超えた

過去5年間のすべての年(2019年を除く)が、山火事、大規模対流性暴風雨(SCS)、洪水などのセカンダリー・ペリルによる50億米ドル以上の保険損害を記録した。セカンダリー・ペリルによる損害がこのような規模に及ぶなどということは、2011年以前は考えられなかった(図5)。この変化は、非常に大きな損害をもたらす可能性がある事象の領域が拡大していることを示唆している。良い参考となるのは、2021年の事象である。例えば、2件のセカンダリー・ペリル事象がそれぞれ100億米ドルを超える損害をもたらしたのはこの年が初めてであった(冬の嵐ユリ、欧州の洪水)。このような年が今後も増えるのだろうか。温暖化により異常気象の頻度と規模が増していること、および社会経済的進展によりエクスポージャーが拡大中であることを考えるとなおさら、増えないと結論付けられる根拠はない。

図5
 保険損害額10億米ドル以上の規模の
 自然災害事象数の平均
 (2021年の物価にスライド)



損害を拡大させる要因は複合的であり…

2021年に多くの自然災害が大規模な損害という結果をもたらしたことには、複合的要因がある。例えば、7月に欧州中・西部を襲った大規模洪水は数日間に大量の雨が降ったことが原因であったが、その前に起こった事象も大きな影響を及ぼした。同地域では洪水の前の月に大雨を伴うSCSが飽和土につながり、排水能力が低下していた^{6,7}。

…脆弱な既存のインフラも含まれる

昨年の損害事象のうちの幾つかはインフラの脆弱性によっても被害が拡大した。ハリケーン・アイダの場合、嵐の後に降った大雨でニューヨーク市の交通機関が冠水した。2012年のハリケーン・サンディーによる高潮被害を受けて建設された堤防などの沿岸防護策も、沿岸部から離れた市内の水害に対しては無効だった。また、冬の嵐コリではテキサス州のエネルギーインフラの脆弱性が露呈した。コリによる損害が記録的なものになった一因は大規模停電であった。氷点下の気温が2週間続き、設備の多くが凍結したため、広範囲にわたって停電が発生した⁸。テキサス州の電力インフラは独立系統であるため近隣の州から電力を融通してもらうことができず、数百万世帯が数日間にわたって電力供給を受けられなかった⁹。これは226人が命を失うという悲劇的な結果を引き起こした¹⁰。破裂した水道管修理のための保険金請求件数も非常に多数に上った。

モデリングには災害の結果を形作る既知のリスク要因すべてを組み込む必要がある

災害による損害拡大に様々な要因が関わっていることは既知の事実である。しかし、2021年の損害実績から学べることは、リスクのコスト算定プロセスをさらに拡充し統一する必要があるということである。これには、ベリルおよびモニタリングの対象とする国の範囲を拡大し、リスクを形作るすべての要因と二次的影響による不測の事態を考慮に入れることが含まれる。これまで元受 / 再保険各社やモデリング業界は大規模なピーク・ベリル(地震、熱帯低気圧)を重視し、セカンダリー・ベリルにはさほど注目してこなかった。また、地球温暖化、都市化、土地利用の変化、および社会経済的マクロトレンドが及ぼす影響もあまり注目されていなかった。このような傾向が災害リスクのエクスポージャーの過小評価につながってきた可能性がある。例えば、シグマ誌の損害データベースに基づくS & Pグローバル社の分析によれば、1,500億米ドル規模の保険損害をもたらす事象の経験的再現期間は10年である¹¹。ところが同調査では、世界の再保険会社トップ21社のエクスポージャーから察するに、業界モデルは同規模の事象の発生頻度を概して20年~30年に一度に過ぎないと見ていると推察している。

6 Naturgefahrenreport 2021年, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft, 2021年

7 A. Schafer, B. Muhr, J. Daniel 他共著, CEDIM フォレンジック災害分析, Hochwasser Mitteleuropa, 災害管理リスク低減技術センター, 2021年6月

8 Y. Glazer 他共著, 「冬の嵐コリ: テキサス州における水道インフラおよび水資源の冬季異常気象へのレジリエンス」, Journal of Extreme Events 誌, 2021年12月31日

9 米国テキサス州および中南部州における2021年寒波による停電, FERC, NERC and Regional Entity Staff Report, 2021年

10 「数十億規模の気象および気候災害」, www.nhc.noaa.gov

11 気候変動リスクに取り組み世界の再保険会社, S&P Global Ratings, 2021年

洪水リスクの評価を厳密化する必要がある

洪水リスクの評価およびモデリングの厳密化は特に急務である。現在、洪水はセカンダリー・ペリルであると認識されている。この10年で改善が見られてきたものの、洪水はプライマリー・ペリルほど重視されておらず、厳密なエクスポージャーデータやモデリングデータの共有がなされていない。洪水が世界のどこにでも起こりうるリスクであり、他のペリルを上回る22億人が被害を受けているにも関わらずである¹²。欧州中・西部の洪水、ハリケーン・アイダによるニューヨークの洪水に加え、昨年は中国とインドの季節性洪水、フィリピンの台風22号（ライ）など、記録的な洪水が数多く発生した。これらの事象は、水害が世界中で繰り返し発生する破壊的な災害の一つであり、早急に対応を要するペリルであることを明らかに示している。

12 危険にさらされた人々：189カ国の洪水エクスポージャーと貧困、世界銀行、2021年

洪水: プライマリー・ペリルに匹敵するリスク

2021年には、欧州史上最高額の損害をもたらした洪水、都市部で頻度が高まっている鉄砲水を含め、世界中で50の大規模洪水が発生した。すべての洪水による経済的損害を合わせると820億米ドルに上る。洪水関連の損害が増加している主な要因は経済成長および高リスク地域への資産の集中であるが、昨年の事象を見れば、都市化、インフラの老朽化、熱帯低気圧による豪雨、気候変動の影響などの様々な要因が相互に作用していることは明らかである。洪水が毎年甚大な被害をもたらしていることを考えると、洪水をプライマリー・ペリルに匹敵するリスクとしてとらえ、それに応じたリスク評価を行うべきであることが分かる。

どこにでも起こりうるペリル

毎年、洪水による累積経済的損害は自然災害のなかでも上位に入る

世界の人口のおよそ29%が洪水リスクにさらされている¹³。シグマ誌の記録によれば、2011以降の自然災害による死者のうち3分の1以上が洪水の犠牲者であり、洪水は自然災害のうち最も発生頻度が高いペリルであることが分かる。例えば、2011年以降の大規模洪水の発生回数は熱帯低気圧の3倍、SCSの1.2倍に上る。洪水による被害の大きさはその経済的損害に如実に表れている。洪水による被害は熱帯低気圧、地震と並んで毎年トップクラスの損害をもたらしている。

過去30年の洪水による世界の累積経済的損害は1兆2,000億米ドルに上る

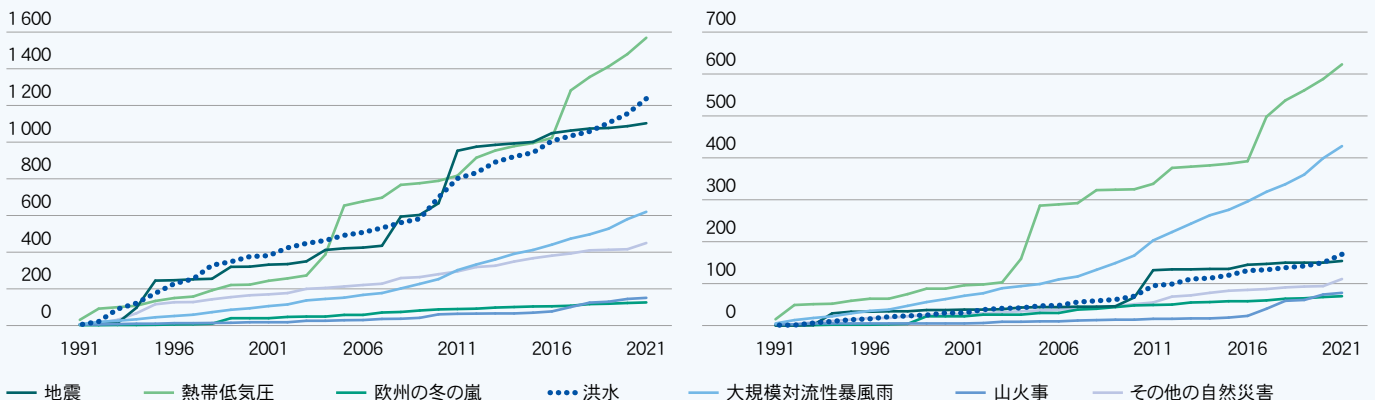
大洪水による1991年以降の世界の経済的損害は1兆2,000億米ドルを上回る(図6)。ちなみに、同期間の熱帯低気圧による経済的損害は1兆5,000億米ドル、地震は1兆1,000億米ドルであった。SCSはそれに続く経済的損害をもたらしたが、損害額は6,000億米ドルとはるかに低かった。ここで留意していただきたいのは、洪水による損害には熱帯低気圧に起因する水害は含まれないということである。つまり、洪水がプライマリー・ペリルの二次的影響である場合、このような事象についての粒度の高いデータの入手は容易ではない。少なくとも、これらの水害が洪水としてカウントされた場合、洪水による経済的損害が大幅に拡大することは明らかである。

しかし、関連する集積保険損害は大幅に少ない

保険損害ベースで見ると、熱帯低気圧およびSCSによる損害は相対的に大きく、洪水による損害は大幅に少なかった(2,000億米ドル未満)。特にこの10年間では、洪水による損害のうち保険により補償されていたのは新興市場ではわずか5%、先進市場でも34%に過ぎず、世界中に大きなプロテクション・ギャップが存在していることを示している。これに対し、例えば熱帯低気圧の場合、同じ10年間に新興市場で11%、先進市場で46%が保険で補償されている。同期間に最も洪水プロテクション・ギャップが大きかったのはアジアで、保険で補償されていたのはわずか7%に過ぎなかった。対照的に、欧州では洪水による損害の34%が保険により補償されていた。

図6

1991~2021年のペリルのタイプ別累積経済的損害額(左)および累積保険損害額(右)(単位: 10億米ドル、2021年の物価にスライド)



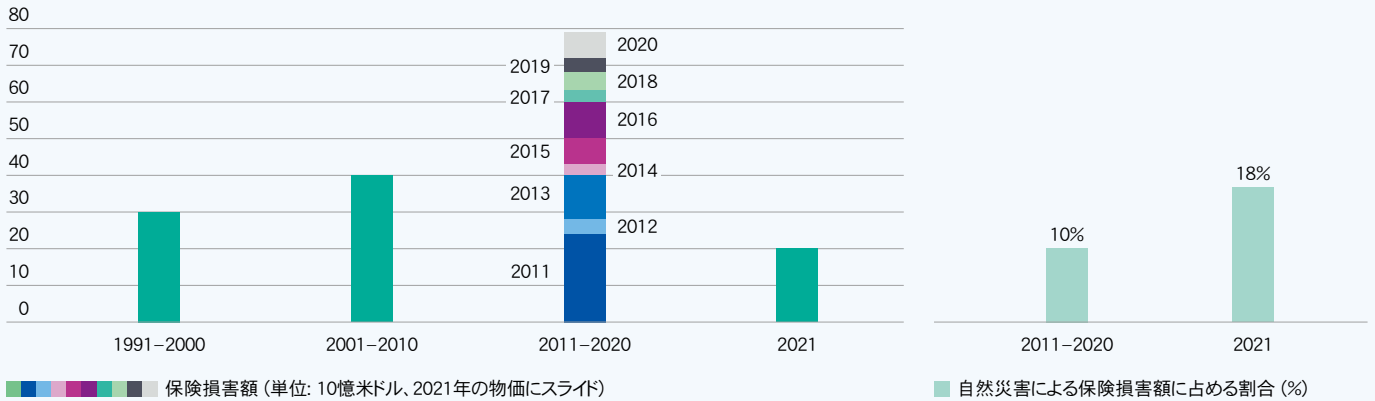
出典: スイス・リー・インスティテュート

洪水による損害はすべての自然災害による保険損害のうちおよそ 10%を占める

洪水による保険損害は過去 20 年増加が続いており、2011 年以降の累積損害額は 1,400 億米ドルに上る (図 7)。これまでで最も損害が大きかった事象は 2011 年のタイの洪水で、保険損害は 180 億米ドルであった (2021 年の物価にスライド)。昨年 7 月に欧州中・西部で発生した洪水は、単一の洪水として 100 億米ドル超の保険損害をもたらした事象としては史上 2 件目となった。これほど大規模な損害が発生しているとはいえ、すべての自然災害による保険損害のうち、洪水が占めるのはおよそ 10%に過ぎない。

図7

1991年以降の洪水による世界の保険損害額 (単位: 10億米ドル, 2021年の物価にスライド, 左), および保険損害に占める自然災害の割合(% , 右)



出典: スイス・リー・インスティテュート

2021年の洪水による経済的損害は800億米ドルを上回った

2021 年の洪水 : 記録を塗り替えた年

2021 年の大規模洪水による死者は 2,500 人に上り、地震に次いで 2 番目に多い犠牲者を出した。世界中で 50 を超える大規模洪水が発生し、都市部での鉄砲水の頻度も上昇している。表 2 は 2021 年の主要な洪水事象の詳細をまとめたものである。洪水による経済的損害は合計 800 億米ドルを上回り、すべてのペリルの中でも上位に位置している (図 8)。損害のうち保険により補償されていたのは 4 分の 1 である。

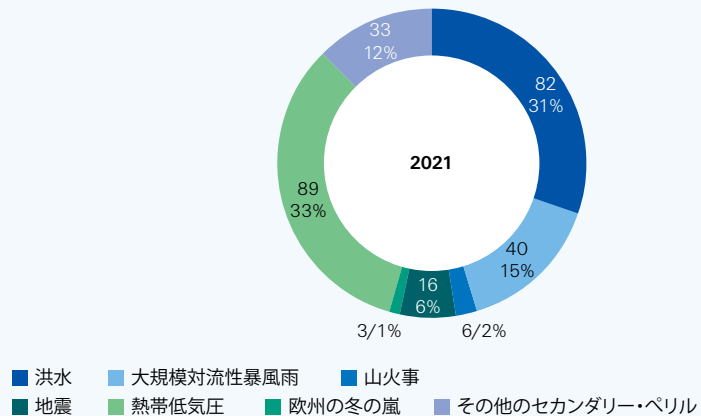
表2

2021年の主な内水氾濫、経済的損害額ベース、熱帯低気圧に起因する洪水を除く

発生月	発生場所	死者	経済的損害 (単位: 10億米ドル)	保険損害 (単位: 10億米ドル)
7月	欧州中・西部	227	41	13
7月	中国 (河南省)	398	19	2.3
	中国 季節性洪水 (河南省以外)	103	5.8	0.1
11月	カナダ (プリティッシュコロンビア州南西部)	6	3.4	0.6
	インド 季節性洪水	729	2.3	-
12月	マレーシア	56	1.1	0.4
3月	オーストラリア (ニューサウスウェールズ州)	2	1.4	0.7
	その他すべての洪水	1059	8.8	3.1
	合計	2580	82	20

損害総額は四捨五入 出典: スイス・リー・インスティテュート

図8
2021年の世界のペリル別経済的損害額
(単位:10億米ドル) および割合(%)

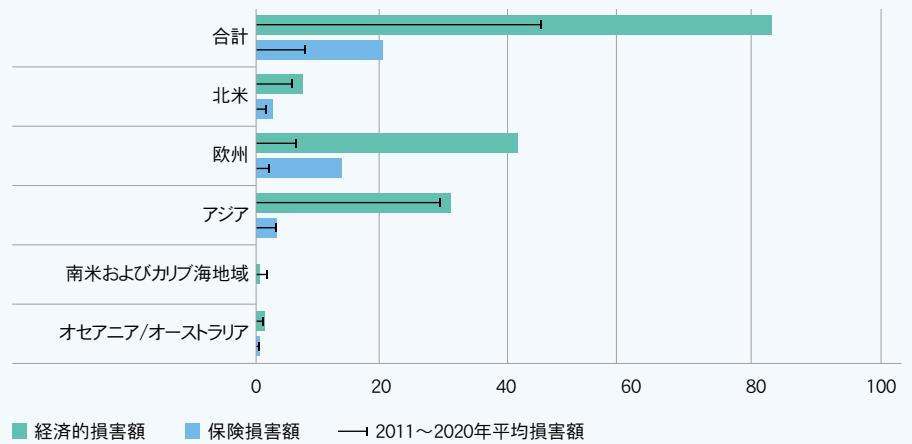


出典: スイス・リー・インスティテュート

昨年の洪水による経済的損害のうち、保険により補償されていたのは200億米ドル(25%)

図9は2021年の洪水による世界の経済的損害および保険損害を示したものである。いずれも損害が最も大きかったのは欧州である。これは7月にドイツおよびその周辺国を襲った洪水によるもので、経済的損害は400億米ドル、保険損害は130億米ドルに上った。この洪水は2021年に発生した洪水のうち最も高額な被害をもたらしたと同時に、平準化調整（この場合はインフレのみ調整）後の損害額としてはドイツおよび欧州で史上最も高額な自然災害となった。そのため、昨年の欧州の洪水による経済的損害総額は過去10年の平均（およそ100億米ドル）を大きく上回る結果となった。アジアおよび北米の洪水による経済的損害は過去10年間の平均とほぼ同レベルであった。

図9
2021年の洪水による経済的損害と保険損害、
および10年平均
(単位: 10億ドル, 2021年の物価にスライド)



出典: スイス・リー・インスティテュート

洪水の被害が最も大きいのはアジアだが、ほとんどが付保されていない




歴史的に洪水による経済的損害が最も大きいのはアジアである。アジアにおける2011年～2020年の洪水による経済的損害は年間平均300億米ドルであり、これには2011年のタイの洪水が含まれる。しかし、保険の普及率の点では欧州および北米に後れを取っている。2021年も、洪水による経済的損害のうち、保険で補償されていたのは30億米ドル、すなわち経済的損害の11%に過ぎなかったのが実情である。欧州および北米では、損害のうち保険で補償された割合はそれぞれ32%、36%であった。昨年は地域別では世界で最も多い20件超の大規模洪水がアジアを襲った。経済的損害が最も大きかったのは中国の季節性洪水で、被害額は230億米ドル、うち最も大きな被害を被ったのは河南省であった。しかし、洪水による保険損害はわずか23億米ドルであり、深刻な洪水プロテクション・ギャップの存在を際立たせた。

洪水リスクに影響を及ぼす要因を理解する

洪水には様々なタイプがあり、主なものは内水・外水氾濫、または高潮による洪水である

洪水には様々なタイプがある。もっとも一般的なのは外水および内水氾濫、ならびに沿岸部では高潮による洪水である（図 10）。前述したように、洪水はプライマリー・ペリルの二次的影響としても起こりうる。熱帯低気圧による高潮や大雨が引き起こす洪水の場合などがこれに当たる。洪水のタイプにより損害パターンが異なるため、洪水をタイプ別に分類することは保険業界にとって重要な留意点である。

図10
洪水の主な3つのタイプ

	発生源	典型的な原因*	特徴	高リスク地域	
内陸	外水氾濫 	大河川、中規模河川、湖	数日から数週間の大雨、雪解け、シガ(氷河)	<ul style="list-style-type: none"> 洪水波は急激に形成(鉄砲水)または徐々に形成される 長時間に渡って続く 	河川流域、氾濫原
	内水氾濫 	排水できない地表面および小規模河川	短時間の集中豪雨。土壌浸透余剰および排水システムの能力を超える	<ul style="list-style-type: none"> 突然かつ短時間(鉄砲水) 急傾斜地で水流速度が速く、瓦礫を含む 	場所を問わず(都市部を含む)
沿岸	高潮 	海水	海から吹きつける嵐により数時間にわたって水が沿岸部に吹き寄せられる	<ul style="list-style-type: none"> 高潮の高さは嵐や沿岸部の特性により異なる 潮位との相互作用 	沿岸部

+ 津波、貯水池またはダムの決壊、地下水誘発型洪水、排水洪水、泥石流、土石流

*熱帯低気圧は3タイプすべての洪水を引き起こす

出典: スイス・リー・インスティテュート

洪水は過小報告されることが多く、情報の粒度の低さが理解の低さにつながっている

洪水リスクはモニタリングが難しい。洪水は発生頻度は高いが過小報告されるものも多く、損害を引き起こす要因の全体像を掴むことが容易ではない。多くの市場では、政府機関、保険会社、保険協会などが把握している支払保険金データおよび損害統計の粒度が低く、新たな損害傾向や変化の兆しを特定するための基準点のデータが不足している。

多くの要因が複雑に関与した2021年夏の欧州中・西部の洪水は、洪水リスクの複雑さを例証した

7月に欧州中・西部で発生した洪水は、その被害の規模や損害の点で記録的であったのみならず、減災を目指す上でのより粒度の高いリスク理解の重要性を浮き彫りにした。この洪水がこのような大災害となった背後には様々な要因の相互作用が関係している。まず、蛇行する弱い偏西風の流れが熱帯低気圧「ベルント」を数日間欧州中・西部に停滞させた。この期間の前に既にSCSにより飽和状態にあった土壌に降った大雨は、ドイツ、ベルギー、ルクセンブルクおよび周辺諸国の広範囲にわたり発生した内水・外水氾濫の原因となった。ドイツではラインラント・プファルツ州、ノルトライン・ヴェストファーレン州に次いで、バイエルン州、チューリンゲン州、ザクセン州での被害が大きく、180人以上が犠牲となった¹⁴。様々な要因の中でも、特に重要なものは以下のものである^{15,16,17,18}。

14 Naturgefahrenreport 2021 年、前掲論文

15 F. Kreienkamp 他共著「2021年7月西ヨーロッパ大規模洪水における大雨の影響分析」、World Weather Attribution, 2021年

16 A. Schafer 他共著、2021年7月、前掲論文

17 Thieken, M. Kemter, S. Vorogushyn, L. Berghäuser 他共著、Extreme Hochwasser bleiben trotz integriertem Risikomanagement eine Herausforderung. Axel, 2021年

18 A. Fekete, S. Sandholz 共著「洪水発生は失敗か? 2021年ドイツ豪雨および洪水から学ぶ教訓」、Water, 2021年

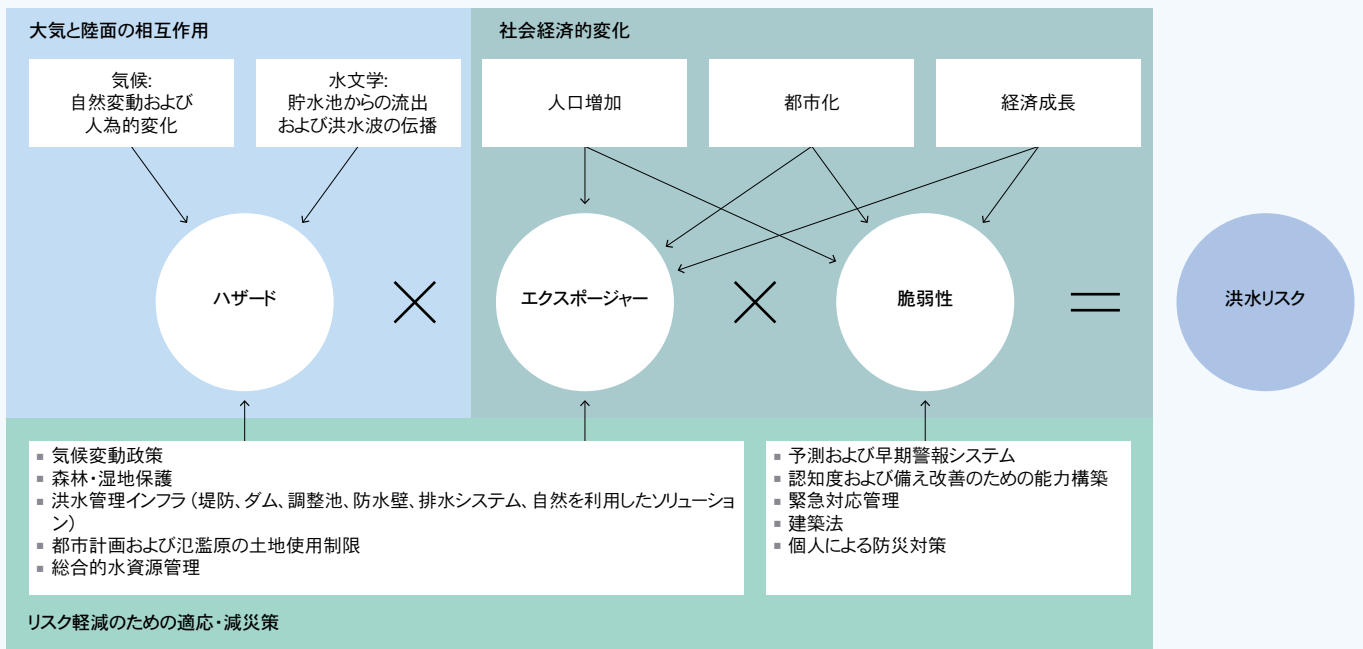
- 数日にわたる極端降雨。大気中の水分量増加と停滞する気象条件が合わさって発生する豪雨の頻度は、1950年代以降ほとんどの陸面で上昇している。気候変動に関する政府間パネル第6次評価報告書第1作業部会レポート (IPCC AR6 WG I) の最新版によれば、これらの気象学的トレンドの主な要因は人為的な原因による気候変動である可能性が高い¹⁹。
- 先立って発生する大気事象が被害の拡大につながる。被災地域では洪水発生前の月に豪雨を伴う複数のSCSが発生し、飽和状態にあった土壌の排水能力が低下していた。
- 最大の被害を被った地域は急傾斜の山地流域の地形であったため、表面洪水流出が加速した。
- 大量の流出による土壌の浸食。さらに、2018年の干ばつにより森林の樹木が減っていたため、降雨により大量の瓦礫や泥流が下流に流出した。
- 地域によっては、洪水が急激に悪化したため緊急警報システムが効果的に機能せず、急流と瓦礫による建物の被害が悪化した。
- 洪水後、新型コロナウイルスのパンデミックによるサプライチェーンの混乱、インフレ、原材料の高騰、および労働力不足が再建コストを押し上げ、保険金請求額の上昇、保険損害額の増加につながった。

水と気候以外も関係

洪水による損害の影響を左右するのは主に3つの要因、すなわち、気候および洪水事象の物理的特性、エクスポージャーの程度（洪水地域の人口、建物、その他の資産）、およびハザードにさらされた要素の脆弱性（構造物の築年数および質、地域の洪水対策および緊急対応策のレベル）である（図11）。現在、水資源管理と災害対応策を改善するための様々な適応策や減災戦略が存在するが、そのようなインフラがどの程度整備されているか、どの程度の効果があるか、また、減災・適応対策にどの程度のリソースを費やせるかは、国によって大きく異なる。

洪水リスクの規模は、大気と陸面の相互作用、社会経済的变化によって形作られる

図11 洪水リスクに影響を及ぼす要因



出典: スイス・リー・インスティテュート

19 「第8章: 水循環の変化」、In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. 気候変動に関する政府間パネル第6次評価報告書第1作業部会レポート、2021年

経済成長、富の集積、都市化が過去数十年の洪水による損害増加を助長

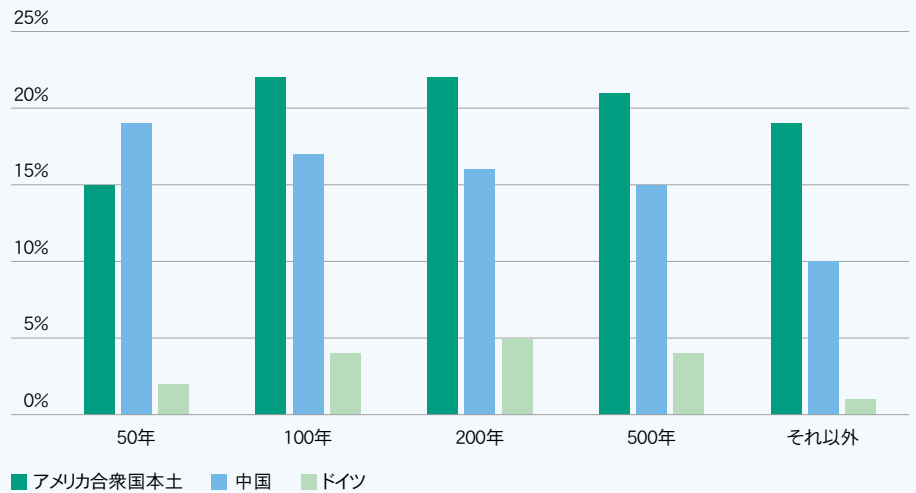
氾濫原の都市化が損害額拡大の主な原因

洪水（およびその他のベリル）による損害が過去数十年間にわたって増加してきた主な要因は経済成長である。時が経つにつれて、増加した人口と経済成長がリスクにさらされている資産の価値を上昇させた。成長に伴って都市化が進み、陸地の特性やその「用途」が変化するにつれ、人と財物の両方を含む経済的資産の集積が進んだ。

都市化：数値化可能な洪水リスク要因

都市地域の拡大は気象関連事象による損害額増加の主な要因である²⁰。歴史的に人は川のそばに定住してきたため、洪水リスクにさらされる人口および資産は時代とともに増加してきた。この傾向は過去数十年特に著しく、新興経済で特に目立つ²¹。図12は、米国、カナダ、およびドイツの内水氾濫リスクが高い地域における過去20年間の人口増加を示したものである。米国およびドイツでは、洪水がまれ（再現期間100～200年）な地域で最も大きく人口が増加している。このような地域では洪水対策が必ずしも十分ではない場合があるため、実際に洪水が起こった場合、その経済的損害は非常に甚大になる可能性がある。他方、河川氾濫が頻繁に発生する地域（再現期間50年）での人口増加は比較的緩やかである。とはいえ、この傾向は世界共通ではない。例えば、中国で最も人口増加率が高いのは頻繁に鉄砲水が発生する地域である（再現期間50年）。このようなケースは、水資源管理の整備が追い付かないまま急速に進んだ都市のスプロール現象に現れることがある²²。

図12
内水氾濫のリスクにさらされた人口の増加率、再現期間別、2000～2020年



出典: スイス・リー CatNetR, GHS population grid multitemporal, World Pop

都市部の「土壌シーリング」は地表の吸水能力に影響を及ぼす

都市化はエクスポージャーを拡大するだけでなく、構築環境にも変化を起こす。建物、道路、駐車場などの場所を作るために自然の地面を舗装するいわゆる「土壌シーリング」という状態は、地表 / 土壌の吸水能力に影響を及ぼし洪水流出を引き起こす。土壌シーリングは都市部における鉄砲水増加の主な要因となっている²³ (20 ページ、「都市化が熱帯低気圧による洪水を助長」も参照)。都市部では雨水を排水できるような排水システムが設計されているが、その排水能力はシステムの経年劣化およびメンテナンス不足により低下する²⁴。想定通りに機能しない場合、その影響が波及して道路が遮断するなどすれば、緊急対応に悪影響が及ぶ可能性も出てくる。

20 シグマ 2020 年第 2 号: 経済集積と気候変動の時代における自然災害。スイス・リー・インスティテュート

21 B. Tellman 他共著「衛星写真が示す洪水リスクにさらされた人口の増加」、Nature 誌、2021 年

22 Y. Jiang 他共著「都市部の雨による洪水および豪雨水管理：中国の課題とスポンジ都市戦略」、Environmental science & policy 誌、vol 80、2018 年

M. Schiavina, S. Freire, K. MacManu 共著、GHS population grid multitemporal (1975, 1990, 2000, 2015)、欧州委員会、共同研究センター、2019 年

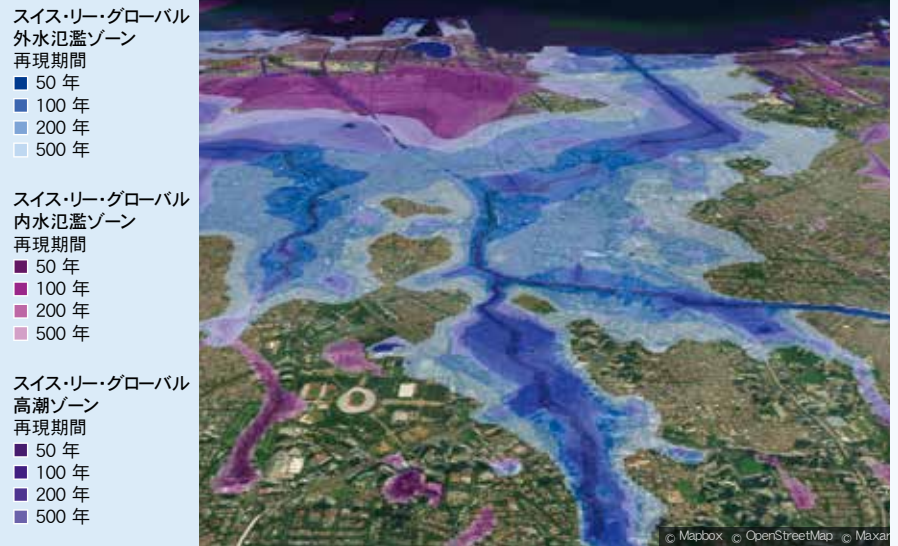
23 A. Blum 他共著「不透透被覆が米国の年間洪水規模に及ぼす影響」、Geophysical Research Letters、vol 47、2020 年

24 米国インフラ通信簿、米国土木学会、2021 年

高リスク地域にある都市のスプロール現象も洪水損害を拡大している

もう一つの大きな脅威は、沿岸部や河口三角洲などの高リスク地域における都市のスプロール現象である。世界の巨大都市の多くは海拔の低い沿岸部に位置している²⁵。ジャカルタ(図13)、コルカタ、広州、上海などの都市では、高リスク地域へのスプロール化、地盤沈下、および海面上昇が組み合わさり、沿岸浸水による損害の可能性が拡大した²⁶。

図13
スイス・リーによるジャカルタの洪水災害マップ、再現期間別、外水氾濫、内水氾濫、高潮リスク



出典: スイス・リー CatNet®

モデリングは過去の損害データにのみ頼るのではなく、現在の実際のリスクを組み込む必要がある

洪水リスクをより正確に評価するには保険業界のモデリング手法が変化しなければならない。これまでのような歴史的な事象・損害データにのみ基づいたモデルではなく、直近、現在、そして将来の構築環境の変化も組み込む必要がある。これまでは、平準化調整(または「みなし調整」)する過程でエクスポージャーの値を修正する場合、過去の損害データのみを考慮していた²⁷。人口の定住パターン、都市化、高リスク地域へのスプロール化、土壌シーリングなどが洪水に及ぼす重大な影響が増しつつある今、このような変化を平準化調整プロセスに組み込む必要があるのは明らかである。

熱帯低気圧による洪水: さらなるリスクに注意

熱帯地方から中緯度地方の洪水は、熱帯低気圧による大雨および高潮が大きな要因

熱帯低気圧は、高潮だけでなく大雨による内水氾濫など、大規模な洪水を引き起こす可能性がある²⁸。利用できる限られた情報をもとにした推計では、過去20年間の洪水による世界の保険損害額は、熱帯低気圧に起因する洪水を加えるとおよそ30%増加すると考えられる(図14)。

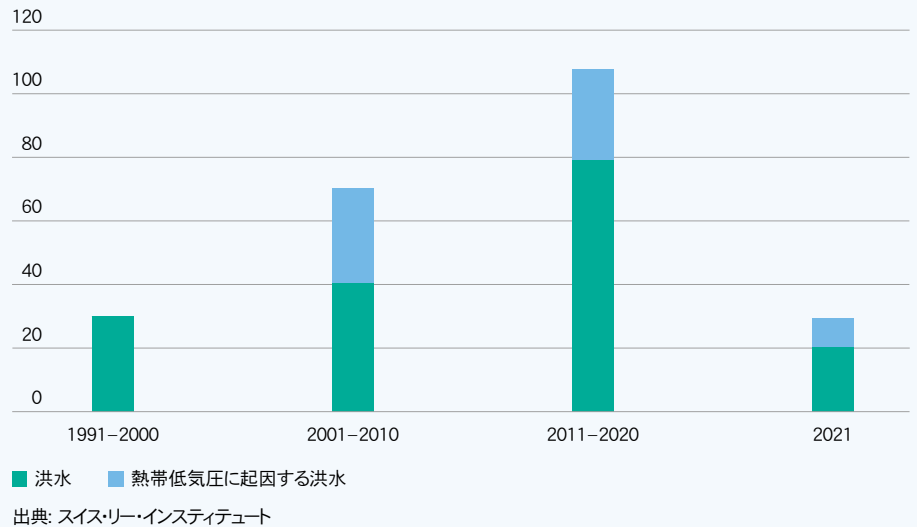
25 世界都市人口予測: 2018年改訂版、国連経済社会局、2018年

26 R.J. Fuchs 著「リスクに直面する都市: 気候変動の時代におけるアジアの沿岸都市」、Analysis from the East-West Center, No. 96, 2010年

27 D. Paprotny, A. Sebastian, O. Morales-Napoles 他共著「過去150年間の欧州の洪水損害トレンド」、nature communications, 2018年5月29日

28 熱帯低気圧とは、北米のハリケーン、極東アジアの台風、その他アジア / オーストラリア / アフリカのサイクロンをまとめて指す用語

図14
洪水による世界の保険損害額および
熱帯低気圧に起因する洪水による推
定保険損害額
(単位: 10億米ドル、2021年の物価にスライド)



2017年のハリケーン・ハービーは4日間で30兆リットルもの雨を降らせた

熱帯低気圧はその暴風と海上風の吹き寄せによる高潮がもたらす壊滅的な被害がよく知られている。その勢力と破壊力の源は、大量のエネルギー放出と海面から供給される水蒸気である。熱帯低気圧はしばしば大雨を伴い、後に広範囲にわたる内水氾濫を引き起こされる場合がある。近代(1949年～現在)の米国の気象データにおけるトップ10の記録的降雨のうち、5つは熱帯低気圧に起因するものであった²⁹。史上最大の降雨量を記録し、4日間で30兆リットル(50平方キロメートルの範囲で612ミリメートル)を超える降雨をもたらしたハリケーン・ハービーは、ハリケーン・カトリーナに次ぐ史上2番目の経済的損害を引き起こした³⁰。熱帯低気圧に起因する洪水が発生するのは北米だけではない。例えば、2019年に日本を襲った台風19号(「ハギビス」、令和元年東日本台風)では、引き起こされた80億米ドルの保険被害全体のうちおよそ50%が台風の二次的影響として発生した洪水によるものであった。また、シグマ誌の記録によれば、2017年にオーストラリアのクィーンズランド州を襲ったサイクロン・デビーが引き起こした15億米ドルの保険損害のうち、およそ40～50%が二次的影響としての内水氾濫によるものであった。

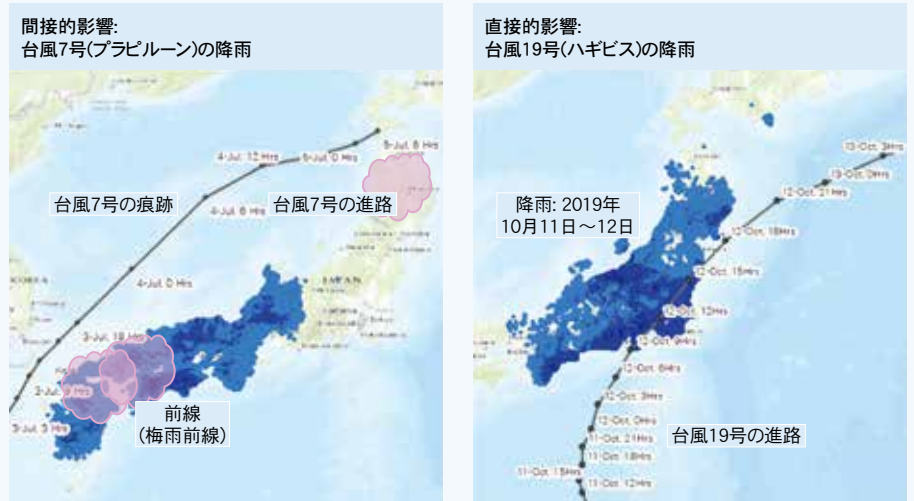
強雨はしばしばサイクロンの上陸地点から遠い場所で発生し洪水を引き起こす

熱帯低気圧に起因する内水氾濫は、暴風および高潮による集積リスクとは別のものである。中緯度地方では、サイクロン、その地方特有の気象条件、および寒冷前線が相互に作用し、サイクロンの当初の上陸地点から何百キロ、何千キロも離れた場所に強雨をもたらす場合がある。例えば、2018年の台風第7号(プラピレーン)では、20億米ドルの保険被害のほとんどすべてが台風の進路から離れた日本の南で引き起こされた(図15)。その主な原因は、台風の進路から内陸方面に水蒸気を移動させた「梅雨前線」の影響である。図15は2019年の台風9号による降水量が多かった地域を示したものである。この台風の場合、被害を受けたのは台風の進路に近い地域であった。

29 K. Kunkel, S. Champion 共著「ハリケーン・ハービー、フロリダによる降雨量評価: 米国の他の暴風雨との比較」、*Geophysical Research Letters*, vol 46, 2019年

30 同上

図15
台風による降雨の間接的（台風7号、左）
および直接的（台風19号、右）影響



地図: ナショナル・ジオグラフィック, Esri, DeLorme, HERE, UNEP-WCMC, USGS, NASA, ESA, METI, NRCAN, GEBCO, NOAA, IPC
出典: スイス・リー・インスティテュート、気象庁、カリフォルニア大学サンタバーバラ校

熱帯低気圧リスクの評価には降雨、暴風および高潮をそれぞれ独立した要素として組み込むべき

昨年米国で発生したハリケーン・アイダは台風第7号（プラピローン）に似ている。アイダはルイジアナ州に上陸した後北東に移動し強雨と洪水を引き起こした。この時までにはアイダは熱帯外低気圧に勢力を弱めていたが、極端な降雨をもたらし、ニューヨーク市のセントラルパークではそれまでの記録を50%も上回る1時間に80ミリの雨が降った。このハリケーンによる死者の60%以上が北東部で発生した洪水の犠牲者であった³¹。台風第7号やアイダのような暴風雨は、熱帯低気圧リスクのモデリングに暴風や高潮による潜在的損害を組み込むだけでは異常な降雨の評価には不十分であるということを明らかにしている。熱帯低気圧の確率モデルに暴風および高潮と並行して独立した降雨ハザードモジュールを組み込むことにより、この重要なリスクを見逃さないようにすることが必須である。

熱帯低気圧モデルで内水氾濫リスクを無視すると、保険会社のアジア太平洋地域損害予測は20~25%の過小評価になる

固定観念を捨てて、熱帯低気圧に起因する洪水をプライマリー・ペリルの主要な一部とみなすよう考え方を考える必要がある。内水氾濫は熱帯低気圧リスクの大きな、かつ今後上昇が予想される固定因子である。ハービー、ハギビスおよびアイダのような暴風雨による降雨は例外的とされているが、気象逸脱ではない。チェサピーク湾の堆積物データにより、2000年前の大洪水は北大西洋流域のハリケーン活動に関連していたことが判明した³²。温暖化が進むと同時に都市部の拡大に伴う透水性エリアの縮小により熱帯低気圧が市街地にもたらす降雨量が増加し、熱帯低気圧に起因する洪水の脅威が今後悪化する可能性が高い。通常、元受 / 再保険業界のリスク評価では、熱帯低気圧による減災対策として高潮のための防壁および強度の高い屋根の建設を考慮するが、都市部のリスク軽減に重要な役割を担う排水ネットワークの能力を必ずしも考慮に含めていたとは限らない。(20 ページ、「熱帯低気圧による洪水を悪化させる都市化」参照)。

熱帯低気圧リスクの構成要素としての内水氾濫はその影響が大きく存在感を増しつつある

米国史上最も被害額が大きかったハリケーントップ5のうち4つ（カトリーナ、ハービー、サンディー、アイダ）は高潮および内水氾濫による被害が大きな割合を占める「大雨ハリケーン」と特徴付けることができる。このような知識と経験があるにもかかわらず、保険業界のモデリングでは未だ熱帯低気圧による洪水のリスクをオプションであるかのように扱っている。エクスポージャーデータに洪水特有の情報が含まれておらず、熱帯低気圧モデルに大雨による洪水リスクが組み込まれていない場合も多い。その結果、現状の業界モデルでは、例えばアジア太平洋地域のサイクロンリスクが20~25%程度過小評価されている可能性があると考えられる。このような過小評価は修正可能であり、修正するべきである。

31 「フィールドからの報告：メディアが報告したハリケーンアイダによる死者—2021年8月29日から9月9日、90の州」、Morbidity and Mortality Weekly Report, 米国疾病管理予防センター、2021年

32 M. Toomey 他共著「サスケハナ川—過去2000年間の北米東部に於ける異常洪水」、Geophysical Research Letters, vol 46, 2019年

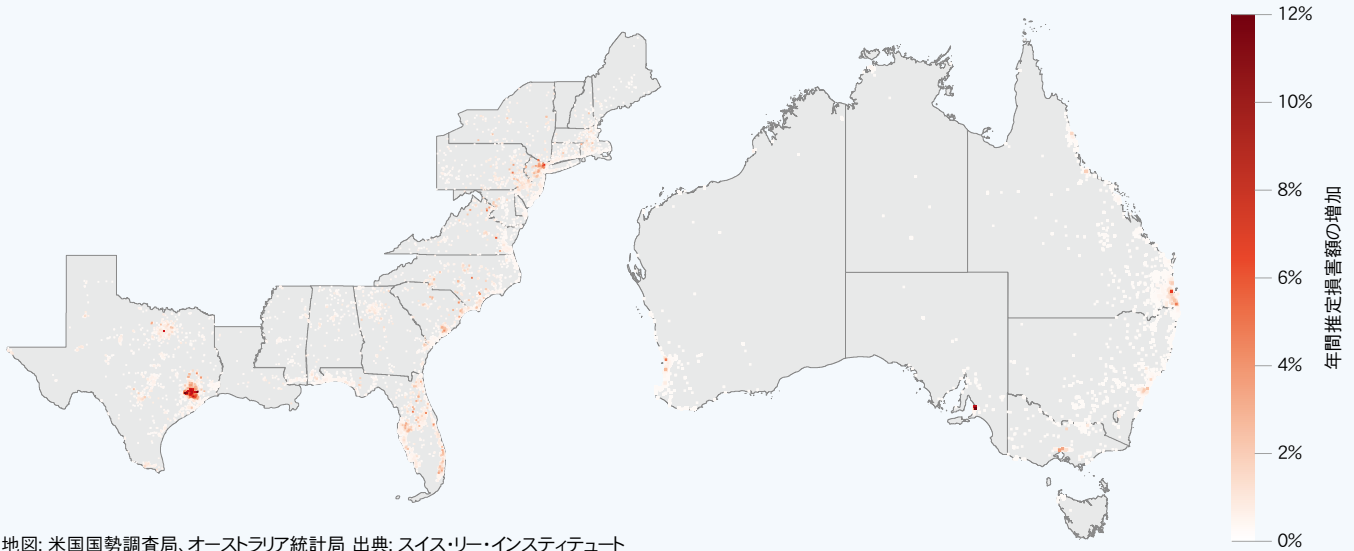
土壌シーリングは損害規模に大きな影響を及ぼす

熱帯低気圧による洪水を悪化させる都市化

スイス・リーでは高解像度の衛星データを利用して³³、米国およびオーストラリアの熱帯低気圧高リスク地域における過去 20 年間の土壌シーリング（遮水）の変化を数値化した。自社の熱帯低気圧用自然災害モデルを使用した河川流域および局地規模での土壌シーリングの影響に加え、自然ベースソリューションの普及率、洪水対策インセンティブ、および堤防以外の洪水対策に関するデータに基づく都市別豪雨水管理システムの能力を推定した。急成長している大都市において損害への影響が最も大きい要因は土壌シーリングであるが、これは河川流域の都市化が進んだこと、およびそれに伴う不透水性エリアが拡大したことの複合効果による（図 16）。米国の都市のうち土壌シーリングによるリスクが最も高いのはヒューストンで、20 年間で増大した熱帯低気圧による年間推定損害額のうち 12%が土壌シーリングによるものと推定されている。これは同期間に舗装された地表面積が徐々に広がったことに起因する（エクスポージャーの価値上昇を控除後）。その他の高リスク地域としては、テキサスおよびフロリダの大都市、サウスカロライナ州およびノースカロライナ州の沿岸部の一部、およびニューヨーク市などがある。

図16

土壌シーリングが熱帯低気圧に起因する洪水による年間推定損害額に及ぼす影響、米国(左)およびオーストラリア(右)、2000–2020年



地図: 米国情勢調査局、オーストラリア統計局 出典: スイス・リー・インスティテュート

インフラの老朽化が土壌シーリングの影響を悪化させる

土壌シーリングと雨水排水インフラの老朽化を合わせた影響を考慮に含めれば、高頻度事象に対する脆弱性が増しつつある都市における推定損害額は著しく上昇する。今回のモデルでこの複合作用によるエクスポージャーが最も高くなったのはニューヨーク市とフィラデルフィア市の境界地域であった。同地域では土壌シーリングとインフラ老朽化の複合作用により、過去 20 年間の年間推定損害額が最大 35%上昇した（エクスポージャーの価値上昇を控除後）。ヒューストン、ジャクソンビル（フロリダ）、ダラス・フォートワース複合都市圏もリスクが高い。

都市成長率が低い都市では土壌シーリングの影響も比較的低い

オーストラリアの都市における土壌シーリングの影響は米国ほど大きくないが、これは都市成長率が米国よりも低いためである。今回のモデルによれば、土壌シーリングの影響が比較的大きな地域はブリスベン、シドニー、メルボルン、ピクトリア、パースなどの大都市圏で、うち最も大きな影響を受けるのはグレーター・ブリスベン地域であった（年間推定損害額の最大 7%が土壌シーリングによる）。土壌シーリングと雨水排水インフラの老朽化の複合作用を考慮に入ると、その影響は年間推定損害額の 12%に上昇する。

気候が気象系に影響する

気候: 現在も将来も重要

人口、エクスポージャーの拡大、および都市化は昨今の大規模洪水損害増加の主要な要因である。また、発生時の気候や気象条件によって形作られる降雨や高潮の強度などの事象の物理的特性も重要な要素であり、これは今日の重要な考慮事項であると同時に今後数十年でその

33 ランドサット多時期画像に基づく GHS 都市グリッド (1975 1990 2000 2014 年), R2018A, 欧州委員会共同研究センター, 2018 年

重要性を増していく可能性がある。温暖化は気象と動的水負荷を変動させると考えられており、将来の洪水による損害に大きな影響を及ぼすことになるだろう。

温暖化は降雨パターンを変化させ…

科学的知見は明らかである。世界の気候変動は水循環を激化させており、洪水などの極端な事象が増加している。温暖化により降水量およびその激しさが増すとともに降雨パターンが変化し、降雪よりも降雨が増加している^{34,35,36}。気候変動は、降雨や降雪の分布に重要な役割を果たす低気圧性気象系やAtmospheric river（帯状に大量の水蒸気が流れる「大気の川」(AR)、線状降水帯を発生させる）の形成、発達、移動にも影響を及ぼす。最新の科学調査によれば、大きな地域差は存在するものの、これらの変化により今後数十年間の洪水（特に内水氾濫）リスクは上昇することが予想されている。

…より頻繁かつ激しい大雨の可能性が高くなる

水循環の変化は既に観察されている。気候変動に関する政府間パネル第6次評価報告書第1作業部会レポート(IPCC AR6 WG I)によれば、1950年代以降、ほとんどの陸地エリアで大雨事象の発生頻度および強度が増している。アジアおよびアフリカにおけるモンスーン降雨量の変化は、温室効果ガスやエアロゾル排出などの人為的变化が原因であるとされている。アトリビューション分析も、熱帯低気圧による降雨量の増加（ハリケーン・ハービーなど）と人為的温暖化を関連付けている。内水および外水氾濫のリスクは地域により大きく異なる。例えば、温暖化の進行により土壌の乾燥が進み大規模洪水の可能性が低くなる地域もあれば、世界中の沿岸地域のほとんどは海面上昇による浸水リスクに直面している^{37,38}。

例えば英国では、過去10年間に降雨量が増加した

欧州でも洪水リスクが最も高い国の一つである英国をケーススタディとして、気候変動が降雨量トレンドに与える影響を定性的に説明してみよう(22ページ「シナリオ分析: 英国における2050年までの気候と河川氾濫リスクを定性的に評価する」参照)。英国気象庁によれば、1862以降で最も降雨量が多かった年トップ10のうち6年が1998年以降に集中しており、過去10年間は1981～2010年より平均でおおよそ4%降雨量が多かった³⁹。過去数十年間は最大河川流量の増加傾向が観察されるようになっており、この変化は通常、北大西洋振動などの自然変動モードに起因していた^{40,41}。

この変化は自然変動のみでは説明できない

しかし、過去の洪水の中には人為的温暖化の兆候が見られるものもある⁴²。英国の気象は主に熱帯外低気圧(ETC)の影響を受けており、ETCの頻度および強度の変化が降雨量の変化につながると信じられている^{43,44,45,46}。しかし、北極域への嵐の進路変更、頻度の変化など、過去および将来のETCの変化については不確定要素も多い。予測によれば、今世紀中頃までに英国における全体的な降雨量は増加するが、顕著な夏の降雨量減少や冬の降雨量増加などの傾向は見られないと考えられている。また、冬、夏ともに短期間に大量の雨が降る事象の頻度、強度が増し、範囲が拡大すると予測されている^{47,48}。加えて、中程度排出シナリオ(SSP2-4.5)に基づく今世紀末までの予測では⁴⁹、2020年10月に観察されたような記録的降雨の再現期間は30年になるとされている⁵⁰。これは気候変動がない場合と比較して10倍の頻度である⁵¹。

34 米国における降雨量の変化、米国商務省、2017年

35 「第8章: 水循環の変化」IPCC、2021年 前掲論文

36 S. Chan 他共著「欧州域における降水量予測: 対流許容スケール統一モデリング」、*Climatic Dynamics* 誌、vol 55、2020年

37 「政策立案者のためのサマリー」、*気候変動 2021: 物理科学ベース。政府間パネル第6次評価報告書第1作業部会レポート*、IPCC、2021年

38 「第8章: 水循環の変化」IPCC、2021年 前掲論文

39 M. Kendon、他共著「英国の気候 2020」、*International Journal of Climatology* 誌、2021年

40 S. Harrigan、S. 他共著「英国河川流量計測所ベンチマークネットワークアップグレードの設計およびトレンド解析: UKBN2 データセット」、*Hydrology Research* 誌、2018年

41 J. Hannafor 著「気候による英国の河川流量の変化: エビデンスレビュー」*Progress in Physical Geography: Earth and Environmental*、2016年

42 F. Otto、他共著「気候変動によるイングランド北部/スコットランド南部の暴風雨デズモンド級大雨の確率上昇 レアルタイムのイベントアトリビューション再考」、*Environmental Research Letters* 誌、2018年

43 C. Loureiro 他共著、「アイルランド北西部における寒波と冬の嵐の経年変動」、*Irish Geography* 誌 vol 51、2018年

44 *UKCP18 Science Overview Report*、英国気象庁、2018年

45 H. Gregow、他共著「北欧、フィンランドにける暴風、温帯低気圧およびその影響」、フィンランド気象研究所、2020年

46 「第11章: 気象および気候異常事象」、*気候変動 2021: 物理科学ベース。政府間パネル第6次評価報告書第1作業部会レポート*、IPCC、2021年

47 E. J. Kendon 他共著「気象予測モデルが明らかにした気候変動による夏季の大雨」、*Nature Climate Change*、2014年

48 Y. Chen 他共著「夏季の大雨の空間構造変化。対流許容アンサンブルを用いて」、*Geophysical Research Letters* 誌、2017年

49 SSP2-4.5(共有社会経済経路 ミドル・オブ・ザ・ロード)はRCP 4.5シナリオに相当するもので、今世紀末までの気温上昇を3°C程度と見込んでいる

50 2020年10月3日は1891年に観測が始まって以来英国史上最も降雨量が多い日となった

51 N. Christides 他共著「英国における記録的な1日降雨量および人為的影響の役割」、*Atmospheric Science Letters* 誌、2021年

温暖化が洪水関連損害に及ぼす影響は英国内でも地域により異なる

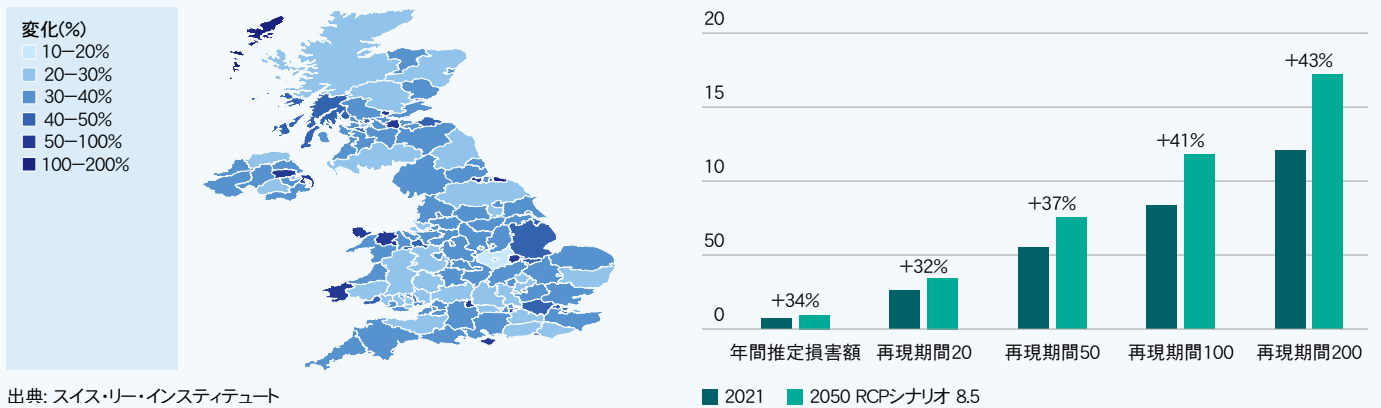
スイス・リーのモデルは、より長い再現期間でベースラインと比較した場合、英国の洪水関連損害が顕著に増えることを示している

シナリオ分析：2050年までに予測される英国の気候と外水氾濫リスク

スイス・リーは外水氾濫リスクに注目し、英国気象庁による降水量予測をベースとした2050年時点の気象条件を分析した。企業用および住宅用物件からなる英国の保険ポートフォリオの代用として基礎エクスポージャーデータを用い、歴史データから得た数千に及ぶ事象をシミュレーションした。図17の左側の地図は、2050年までのRCP 8.5シナリオに基づき、ベースラインと比較した洪水による年間推定損害額の変化を地域別に示したものである(リスクビュー=2021年現在)⁵²。

右の表は、2050年までのRCP 8.5シナリオに基づいて予測される変化を、絶対値ベースラインと相対的年間推定損害額、および4つの再現期間で示したものである。この結果は、基礎エクスポージャー(財物ポートフォリオの代用)が一定であり、エクスポージャー削減のための適応戦略(洪水対策など)が新たに講じられないことを前提としている。降水量とそれに伴う洪水の変化が単純な直線パターンを辿るという前提でモデル化した場合、2050年までに年間推定損害額はベースラインの34%増(およそ2億5,000万ポンド)、つまり毎年1%増加する計算となる。再現期間別に見てみると、再現期間が長いほどベースラインと比較した推定損害額の増加率が高いことが分かる。この結果は、気候変動の影響が低頻度事象を激甚化させる可能性があることを反映するものである。

図17 ベースラインと比較した2050年までの地域別年間推定損害額(リスクビューは2021年現在、左側)、気候変動が年間推定損害額と4つの再現期間に及ぼす影響(右、再現期間別); いずれもRCP 8.5シナリオに基づくシミュレーション



英国における今日および将来の洪水リスクを軽減するには、洪水対策への一層の投資とより厳格な土地利用計画が必要であることは明らかである。英国政府はこれを重く受け止め、今後数年間に数10億ポンドを投入して洪水対策を強化することを計画している⁵³。

52 RCP 8.5 は IPCC によるシナリオのうち最悪を想定したもの(しばしば「通常営業」シナリオと呼ばれる)。温室ガス排出量が多いため2050年までに世界の地表温度が2.4°C上昇するとされている。

53 英国気候変動リスクアセスメント 2022。英国政府、2022年

洪水に対するレジリエンスの強化: 元受/再保険業界の役割

当社は洪水は付保可能であると確信している。大雨の増えたこの世界で洪水リスクに対するレジリエンスを強化するための最初の一步は洪水ペリルに関する理解の向上である。現在では、高度な洪水ハザードマップから完全な確率モデルまで、このリスクを評価するための多彩なツールが利用できるようになった。しかしできることはまだある。持続可能なインフラおよび減災戦略への長期的投資家として、またパラメトリックソリューションを含む洪水保険をさらに多くの人に提供することにより、元受/再保険各社は世界の洪水プロテクション・ギャップを埋めるための中心的役割を担える。そのためには、洪水をプライマリー・ペリルに匹敵するリスクとして認識し、エクスポージャーと支払保険金データの質に関して同等の注意を払うべきである。洪水リスクの評価およびモデリングを厳密化する必要がある。

保険会社が担う役割：洪水リスク評価を強化

洪水リスクについての知識および認識を向上することがレジリエンス強化の第一歩

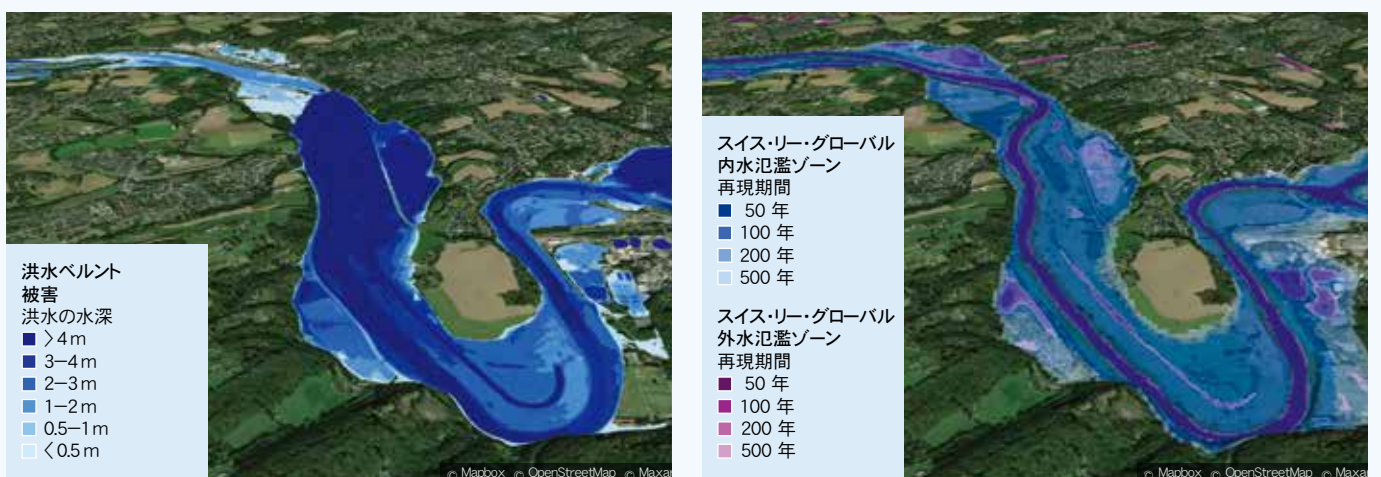
洪水に対するレジリエンス強化には、プライマリー・ペリルと同等の理解と認識が必要である。洪水には様々な側面があるためモデルは複雑になる。物理的特性と人為的環境が相互に作用するため、他の自然災害と比較しても洪水のモデリングは難易度が高い。過去10年間で保険業界は様々な学術研究、高度なコンピューターの処理能力、モデリング業界のエコシステムの発展などを利用することにより、複数ある洪水リスク要因のモデル化を進歩させてきた。

洪水リスクマップは洗練度を増している

重要な第一歩として、主要な洪水タイプについて粒度の高い情報を高い解像度と精度で提供する洪水リスクマップの開発が挙げられる。図18はその一例で、遠隔センサーにより得られた2021年7月の洪水「ベルント」による災害データをスイス・リーの内水・外水氾濫モデル Global Flood Zones と比較したものである。洪水の実際に被害のうち91%がFlood Zonesに含まれていたことから、Flood Zonesがリスク選択および土地利用上の決定に役立つことが証明された。

図18

遠隔センサーによるベルントの被害(左)、スイス・リーのGlobal Flood Zonesとの比較、ドイツ ハッティンゲン地方の内水および外水氾濫(右)



出典: ICEYE, スイス・リー CatNet®

確率的リスクモデルも改良が進んでいる

さらなる一步となったのは、確率的災害モデルの開発である。これらのモデルは物理的ハザードと損害実績をリンクさせ、洪水事象の統計的実現値と資産固有の脆弱性のすべてを網羅することができる。さらに最近の改良では熱帯低気圧モデルに「熱帯低気圧による洪水」が組み込まれ、2021年のハリケーン・アイダのような事象も明示的にシミュレーションできるようになった。

セカンダリー・ベリルの災害モデルが利用しやすくなった背景には、モデル間、およびモデルの構成要素間の相互運用を実装したオープンソースのモデリングフレームワーク「オアシス」を活用する中小規模のモデリング会社の活躍によるところが大きい。また、このオープンソースのエコシステムは、コラボレーションとノウハウの交換を促進し、地域間のモデルギャップの解消を迅速化するために役立っている。

特にデータフローに関しては、洪水をプライマリー・ベリルに匹敵するリスクとして認識すべきである

進歩が見られるとは言え、プライマリー・ベリルのモデリングと比較すると、洪水リスクのモデリング能力は特にデータの質、透明性およびフローの点で未だ改善の余地がある(図19)。洪水リスクに潜む損害の規模とその増加傾向を考えれば、業界として洪水リスクの優先順位を引き上げ、プライマリー・ベリルに匹敵するリスクとして対応する必要があるだろう。保険業界は最新のツールを活用して質および解像度の高いデータを取り込み、洪水リスクを形作る様々な要因とその結果を再現することにより、粒度の高いアプローチを採用すべきである。洪水に固有のエクスポージャーおよび保険証券情報を明示的に捕捉し共有することによってデータフローを改善することが、そのための最初の一步となる。可能な限り、提供データ内には、質の高いリスク情報を標準として含めることが望ましい。鍵となるもう一つの構成要素はモニタリングであるが、これには支払保険金データおよび損害統計の粒度と一致性を改善することが重要となる。

モデリングのためのツールを改善し、将来予測型の情報を含める必要がある

モデルが温暖化、都市化、土地利用、およびその他の社会的・マクロ経済的進展などの変わり続ける環境にあわせて絶えず調整される限り、洪水リスクに対して保険を提供することは引き続き可能であると考えられる。現在のリスクをモデリングするために過去のデータに頼るのをやめるべきである。入手可能なデータセットの粒度を最適化することで、モデルは動的リスクシナリオに対応したシミュレーションを行うことが可能となり、状況の変化に応じてデータをアップデートし続けるべきである。テクノロジーと基本的な構成要素が既に利用可能である今こそ、進化を続けるリスクに合わせてモデルを調整すべき時である。洪水保険を引き続き提供し想定外の損害を防ぐための鍵となるのは、頑健かつ信頼のおけるリスク評価であり、保険料の再設定には新たな知見や科学的根拠も積極的に取り入れる必要がある。さらに、より効果的な減災計画を立てるため、各国のリスクの現状についての業界内および政府機関とのコミュニケーションを改善することも重要である。

図19
洪水保険を提供し続けるために元受/再保険業界に求められる行動

業界に求められる行動	有望な軌道
① データの質、透明性、および流れ: 正確な洪水関連エクスポージャー、支払保険金、契約情報のデータを収集し登録データに含める	洪水補償のためのコーディングを含む、入手可能な建物単位の詳細なエクスポージャー情報
② モデルの機能拡張: 洪水のタイプ別、市場別の確率モデル	主要市場において、内水氾濫および熱帯低気圧に起因する洪水リスクを外水氾濫および高潮リスクと共に表示
③ 今のリスクをモデルに反映: モデルの頻繁な再校正およびマクロトレンドのバイアス除去	実績に基づくコスト算出方法ではなく、近い将来を予測する洪水モデルに基づく引受
④ 将来のリスクをモデルに反映: 2050年~2100年の予測をシミュレーションするシナリオ	ビジネス戦略に気候変動シナリオを含めるよう規制当局が要請
⑤ リスク認識の向上および移転ソリューション: 民間の保険カバーおよび公共政策の保険プールのスキーム	民間の洪水保険商品および公共政策スキームの成功例

出典: スイス・リー・インスティテュート

保険会社が担う役割: 洪水インフラ・ギャップ解消のサポート

洪水インフラの役割と現在のギャップ

洪水リスク対策の基本はいわゆる「グレー・インフラストラクチャー」、つまり堤防、ダム、貯水池、洪水防壁および排水システムなどである。先進国の洪水対策インフラは建設から50年以上経過しているものが多く、耐用年数の期限に近づいている、もしくは超えている。今日の気候および水文環境下においてインフラの機能を維持または補強するには莫大な投資が必要となる。河川流域における全体的な流量設定の検討に加え、より厳格な建設基準や土地利用計画を組み込んだ総合的洪水リスク管理ソリューションも重要である。

総合的洪水リスク管理ソリューションが不可欠

都市部の人口が増加すればインフラのニーズも高まる。これは成長し続ける新興市場のメガシティでは重要な留意点である。これらの市場では都市人口が2020年の54%から2040年には63%に増加すると見込まれており、これは15億人を超える都市部の人口増を意味する⁵⁴。これまでの洪水リスク対策はグレー・インフラが主流であったが、現在のエネルギー、交通、建物および水インフラは世界の温室ガス排出量の60%を占めている⁵⁵。持続可能な開発のための2030年の目標を達成するには、既存および新規インフラの抜本的変革が必要である⁵⁶。新たに登場した自然ベースのグリーン・インフラは、水の浸透能力も強化できるよりサステナブルなソリューションである（下記、「洪水対策としてのグリーン・インフラ」参照）。

保険各社はインフラ・ギャップの解消に一役買える

インフラ・ギャップの解消は、長期投資家としての保険会社にとっては好機をも提供する。例えば、民間セクターが新興市場の現在のインフラ・ギャップの75%、特定された支出総額の25%を負担した場合、毎年1兆米ドル規模の投資機会が今後20年間開かれることになる⁵⁷。保険会社は、投資収益と長期債務をマッチさせる検討策の一環としてギャップ解消のサポートを提供する態勢が整っている。洪水対策等のインフラプロジェクトはこのニーズに合致すると同時に、地域および資産クラスの多様化につながり、さらには環境的・社会的責任のあるプロジェクトへの投資も可能にする。保険会社にとって、インフラ・ギャップ解消のメリットは他にもある。新たなインフラは経済成長を促進し、その結果として保険料収入の成長も見込める。グリーン・インフラプロジェクトの建設および運用時における特有のリスクを引き受けることにより、持続可能目標をサポートしつつ新たに生み出されるリスクプールにアクセスすることも可能になるのである。

伝統的なグレー・インフラは水の脅威から守ってくれるが生物多様性を犠牲にする

洪水対策のためのグリーン・インフラソリューション

グレー・インフラソリューション（ダム、堤防、道路、パイプ、水路、護岸、水路の浚渫など）は引き続き必要である。グレー・インフラにも役割（ダム建設により人々の命を守る、貯水池ができる、水力発電に利用するなど）があるが、しばしば環境保護と生物多様性が見過ごされ環境破壊につながる。さらに、グレー・インフラ開発により自然生息地の分断が起こり、生態系が物理的および化学的に変質する。歴史的に、グレー・インフラプロジェクトは一般的に農業および漁業セクター全体に及ぼす生物多様性の喪失および経済的影響を考慮してこなかった。また、特定の洪水再現期間を前提として設計された硬い構造物は新たな洪水のパターンに対応できない場合もあり、高額な補強工事が必要となったり最悪の場合、構造物そのものが使えなくなってしまう可能性もある。

グリーン・インフラは土壌の自然の保水能力を回復させる

これらの変化に対応すべく様々な持続可能なグリーン・インフラソリューションが考案され、検証の結果経済的に採算がとれることが証明された。ハイブリッド型（グリーン・グレー）から完全にグリーン（自然ベース）まで様々なタイプがあり、グレー・プロジェクトに比べてより多くの様々なメリットを提供している。これらのソリューションは自然の作用に沿ったものであり、地域の生態環境の質を回復すると同時に浸食を抑制できる⁵⁸。

⁵⁴ 世界都市人口予測：2018年改訂版、オンライン版、国連経済社会局、人口部、2018年

⁵⁵ 気候の将来のための資金調達：インフラ政策の再考、OECD/世界銀行/コック連/環境、2018年

⁵⁶ 国連は5〜7兆米ドルと予測。国連グローバルコンパクト、SDGファイナンスのための国連アライアンス参照

⁵⁷ シグマ 2020年第3号：Power up investing in infrastructure to drive sustainable growth in emerging markets、スイス・リー・インスティテュート

ベルギーとオランダは水管理と持続可能な空間計画に基づく様々な適応策を打ち出し
ており…

…単なる洪水対策を超えたメリットを生み出そ
うとしている

投資は新たな保険引受のチャンスを生み出す

洪水対策としてのグリーン・インフラの活用は政策立案者の注目を集めている。その一例がベルギーのフランダース地方政府によるシグマ計画である。これはスヘルデ川およびその支流の流域全体を洪水リスクから守るための総合的流域治水管理計画である。別の例としてオランダのデルタ・プログラムも挙げられる⁵⁸。いずれの計画も、堤防などのグレー・インフラに、河川流量が増加した際に雨水を貯留できる遊水地や公園などを新設または活用したグリーン対策を組み合わせたもので、さらに都市の保水能力を高めることも目指している。つまり、堤防の高さを上げ続け、とにかく早く海へ排水するというアプローチではなく、川の水を収容するという発想である。シグマ計画は 2030 年までに 3,000 ヘクタール分の自然生息地の回復させ、2 万ヘクタールに及ぶ面積の洪水リスクに対応することを目論んでいる。この計画は 2005 年に見直され、川の自然やレクリエーションを体験できる施設やスヘルデ川流域の経済活動（水運、農業など）を発展させるために、海面上昇などの気候リスクが組み込まれた。

洪水対策のためのグリーン・インフラはリスク補償を大きく超えた経済的メリットをもたらす。例えば、人工的に整備された氾濫原、持続可能な護岸拡大、石垣建設、河岸の緑化、人工湿地帯、人工砂丘・砂州などはいずれも、水供給、農業、景観管理、自然生息地、生物多様性および観光に好影響を及ぼすと同時に、人と動植物にとって、より健全な環境を提供する。

多くのプロジェクトが始動しつつあり、公共セクターおよびブレンド・ファイナンスにより資金が調達されている。保険各社はプロジェクト期間全体における重要なパートナーとなることができる。洪水のためのグリーン・インフラには建設および運用の両フェーズにリスクが伴う。建設時のエクスポージャーの多くは通常の財物保険で補償できるが、運用期間についても自然を組み込むことによって新たなリスクプールのチャンスが生み出されるだろう。

保険会社の担う役割：洪水プロテクション・ギャップの解消

先進国の多くに公的洪水保険制度がある

洪水リスクに対する経済および社会のレジリエンス強化の鍵となるもう一つの要因は保険による補償である。洪水による損害が大きいことはよく知られているにも関わらず、洪水保険の普及率は依然として低いままである。シグマのデータによれば、過去 10 年間の洪水による世界的経済的損害の 83%は無保険であった。それでも、洪水保険市場ができれば持続可能な好機となつて一部の先進市場で見られるプラス基調が維持され、より広く、より手頃にご利用可能になる一方、リスク軽減の動機付けにもなる。

多くの国で民間保険会社が洪水保険も提供し
ている

多くの国で、民間の保険会社が洪水保険を提供している。英国の Flood Re スキームをはじめ、多くの先進国では公共セクターと民間セクターが共同で関わる国による洪水保険制度も存在する。制度の内容は国により大きく異なる。例えば、ノルウェーでは民間保険会社が洪水保険を提供することが義務化されているが、スペインでは公共セクターがその責任を担う。いずれのケースも洪水保険への加入は任意である。これに対しフランスでは住宅所有者は民間保険会社が提供する洪水保険に加入することが義務づけられている。この 2 つの中間的なアプローチを採り入れ、洪水保険の購入を住宅ローンの申込前提条件にするなど、補償を半強制的にしている国もある。米国の連邦洪水保険制度もこのケースにあたる。

58 持続可能な海上および河川インフラの資金調達、International Association of Dredging Companies, 2021 年。沿岸部、河川、港湾グリーン・プロジェクトの民間資金調達のための共同研究

59 同上

他のリスクとセットになった洪水保険の普及率は単独保険よりも高い

洪水保険を単独で提供する市場もあれば、他のペリルとセットで提供している市場もあるなど、洪水保険提供のバリエーションの幅は広い。これら様々な特徴の違いは住宅保有者が払う保険料、ひいては洪水保険の普及率に影響を及ぼす。他のリスクとセットになった商品は著しく加入率が高い傾向にある。このことは、公共セクターがセット商品を提供しているスペイン、および民間セクターによるセット商品への加入が義務化されているフランスで普及率が比較的高いことから明らかである。

保険業界が生み出す革新的洪水保険ソリューションは...

保険会社が提供している洪水保険の1つに伝統的な実損てん補型洪水保険がある。しかし、パラメトリック型再保険、マイクロ保険、保険リンク型証券 (ILS) などを含むソリューションの商品範囲はそれよりもはるかに幅広い。例えば、2021年にはメキシコ グアナフアト州とインドのナガランド州の地方当局がパラメトリック型洪水保険を採用した。これは地方財政にのしかかる豪雨による災害救援活動費負担を軽減することを目的としており、降雨量が一定を超え大規模洪水が発生した場合に保険金が支払われる。このソリューションは、大雨による州政府の支出のうち伝統的な実損てん補型保険では補償されない部分を賄う(緊急シェルター、被災者への食料、医薬品支援、緊急のインフラ補修など)。

… 実用的かつ手頃である必要がある

洪水リスクは利用可能で幅広い領域からなる物理的、社会的、および経済的手段を使って管理するべきであり、政府、保険業界、消費者などすべての利害関係者が関与し、リスク管理チェーン全体にわたる協調行動を取ることが不可欠である。特に保険業界は高度なツールを用いてリスクを評価し、減災インフラを経済的に持続可能にするためのサポートができる。とはいえ、たとえリスク軽減策が整っていても洪水リスクは残存する。保険業界が担う役割は、洪水により企業と住宅所有者がさらされている経済的リスクを移転するための、手頃かつ実用的な保険商品の設計をすることである。

結論

2021年規模の洪水損害事象は再び発生する可能性がある

洪水リスクは元受 / 再保険各社も政策立案担当者も等しく全力を尽くすべき課題であるが、多くの国で未だ存在する大きな洪水プロテクション・ギャップ、また水害により被害を受ける何百万人もの人命だけを前提にしているのではない。2021年は単独の洪水事象による保険損害が100億米ドルを超えた年としては、2011年のタイの洪水に次ぐ史上2番目の年となった。温暖化により洪水の頻度および規模が増しエクスポージャーが拡大しつつあること、また多くの国で洪水対策インフラが不十分であることを考えると、このような高額な損害事象が再び生じないという理由はない。

洪水による損害は既にプライマリー・ベリルのエクスポージャーと同等に達している

過去10年間の洪水事象による累積保険損害額は750億米ドルに上り、すべての自然災害による保険損害の10%を占めた。不完全な情報に基づく当社の推定を含めれば、熱帯低気圧の二次的影響としての洪水による損害はその合計に360億米ドルを追加することとなり、すべての大規模洪水事象による保険損害の1年あたりの平均保険損害は110億米ドル程度になる。熱帯低気圧を起因とした洪水であるか否かに関わらず、2011年のタイの洪水(180億米ドル、2021年の物価にスライド)や昨年欧州の洪水(130億米ドル)は、単独の洪水事象がプライマリー・ベリルと同等またはそれを上回る損害をもたらしたことを証明している。

洪水リスクは都市化の影響を大きく受けるが、洪水対策の強化により軽減できる

洪水損害の頻度および規模を鑑みても、リスク移転ソリューションの提供拡大、世界中の家庭、企業、そして地域の経済的レジリエンス強化は保険業界に課せられた義務である。そのためにはリスクの理解の向上が必要となる。洪水損害に影響を及ぼすのは気候と水だけではない。エクスポージャーの水準、都市化、既存の洪水対策、排水システムの効率、災害救援システム、その他数多くの要因が洪水事象による物理的・経済的損害を左右する。

洪水は引き続き付保可能だが…

洪水リスクは複雑ではあるが、付保可能である。急速に変化するリスク環境下で保険を提供し続けるためには、頑健なリスク評価が鍵となる。リスクベースの高解像度洪水評価モデルなどの分野で進歩が見られているものの、モデルに現在および将来のリスクシナリオを形作る複数の要因をより包括的に取り入れるという改善がさらにできるはずである。これには、例えば気候変動が水循環に及ぼす影響や土壌シーリングが都市部の排水機能に及ぼす影響など、今では定量的に評価できるようになった要因が含まれる。

…データの質と透明性の改善が必要である

理解の向上は透明性の改善から生まれる。ハリケーンや地震のようなプライマリー・ベリルの場合、エクスポージャーデータの提供やモデルの理解が標準化されているのに対し、洪水リスクは細かく検討されてこなかった。入手可能なデータセットの粒度を高めて風害と洪水を切り離し、既存の洪水ハザードのモデリング手法を駆使して洪水の物理的・経済的損害に影響を及ぼす様々な要因をシミュレーションすることにより、料率設定およびリスク集積管理が可能になる。そうすれば、河川氾濫および内水氾濫のための単独商品、および熱帯低気圧の二次的影響による洪水を補償する商品のいずれにおいても、持続可能なリスク移転商品の提供促進が可能になるであろう。

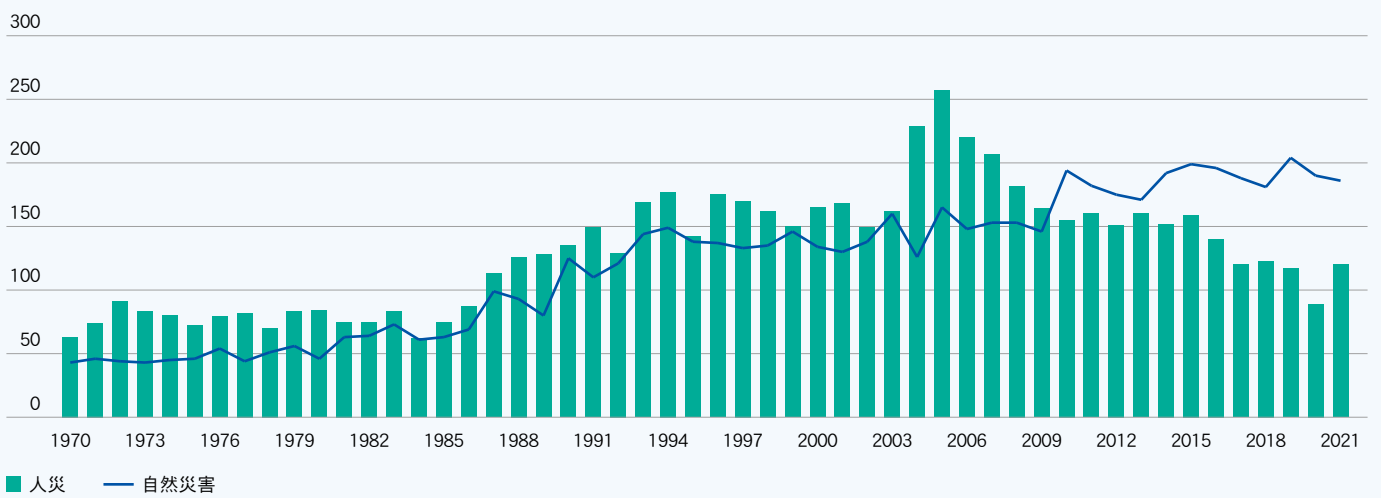
補遺1: 2021年を振り返る

詳細データ

事故件数: 306 件

シグマの分類による 2021 年の世界における大災害は、2020 年の 279 件から増加して 306 件となった。そのうち自然災害は 186 件 (2020 年は 190 件)、人災は 120 件 (2020 年は 89 件) であった。

図20
1970～2021年の大災害事故件数

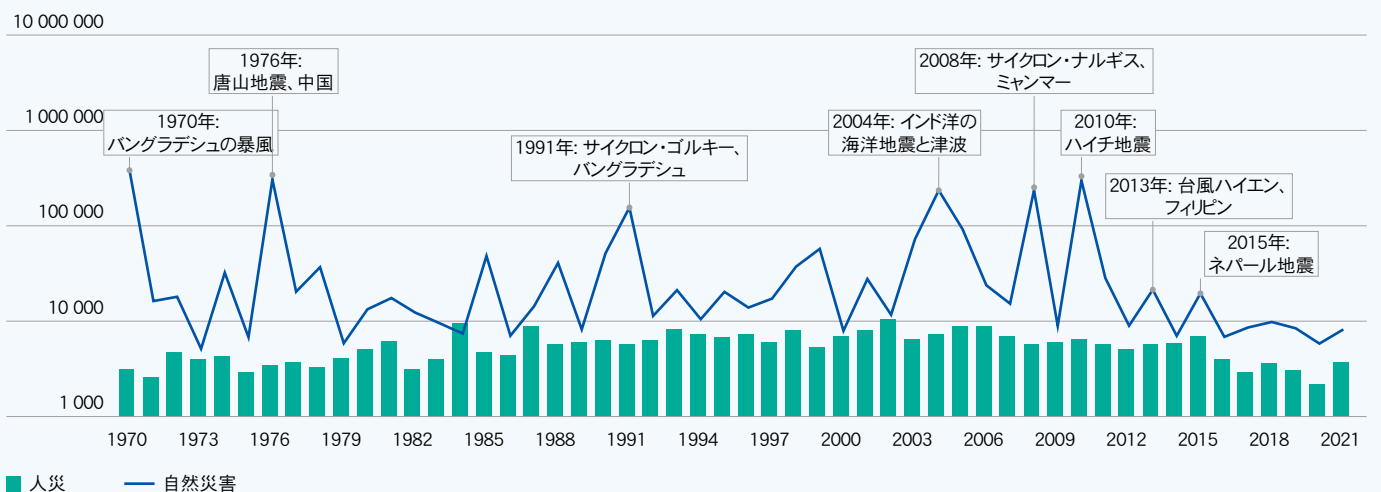


出典: スイス・リー・インスティテュート

犠牲者数: 1万 1,881 人超

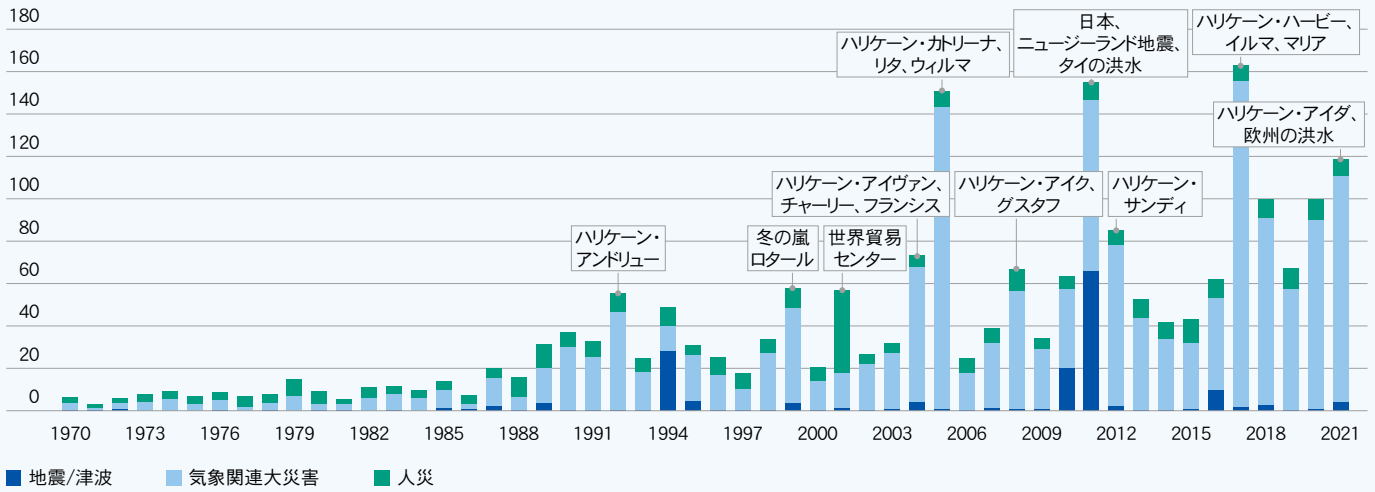
2021 年の災害により世界で 1 万 1,881 人が死亡もしくは行方不明となったと考えられている。自然災害による犠牲者はおよそ 8,200 人、人災による犠牲者は 3,600 人を超えた。

図21
1970～2021年の犠牲者数



注: 縦軸は対数目盛。犠牲者の数は1目盛ごとに10倍になる。出典: スイス・リー・インスティテュート

図22
1970～2021年の災害による保険損害額(単位: 10億米ドル、2021年の物価にスライド)



出典: スイス・リー・インスティテュート

経済的損害合計: 2,800 億米ドル

2021年の世界全体の災害による経済的損害合計は2,800億米ドルと推定され、2020年の2,170億米ドルを上回った。そのうちの2,700億米ドルは自然災害によるものであり、残りは人災によるものであった。

表3
2021年の経済的損害および世界のGDPに対する割合(単位: 10億米ドル)

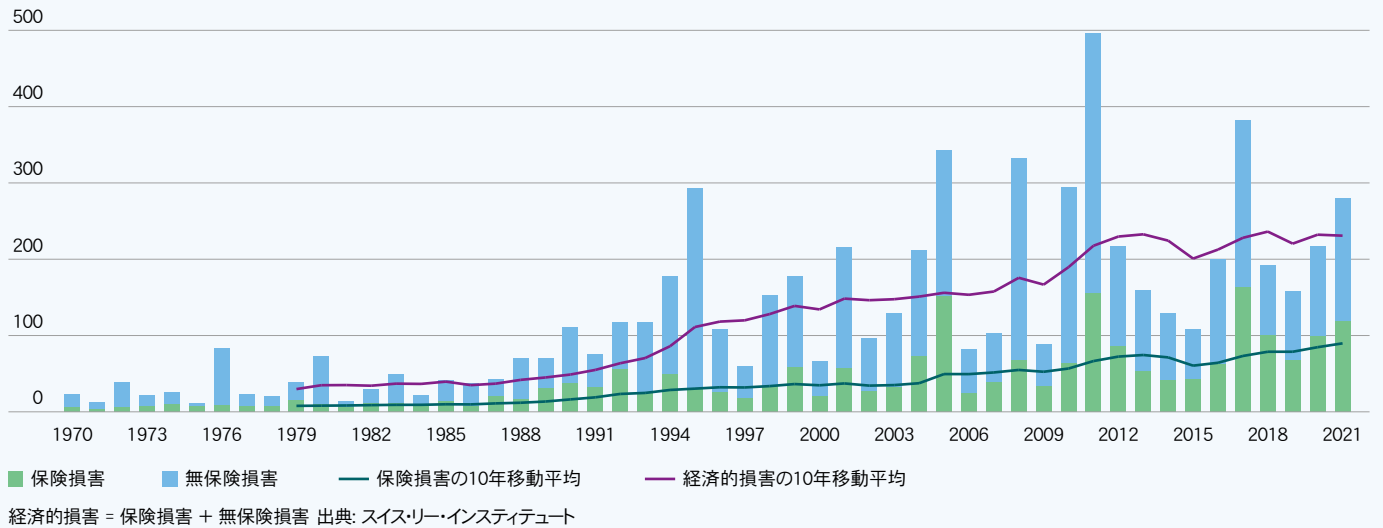
地域	10億米ドル*	GDPに対する割合(%)
北米	148	0.59%
中南米およびカリブ海諸国	6	0.11%
欧州	59	0.24%
アフリカ	4	0.14%
アジア	59	0.16%
オセアニア/オーストラリア	5	0.24%
合計	280	
世界平均		0.29%
10年平均**	204	0.23%

*四捨五入 **インフレ調整後 出典: スイス・リー・インスティテュート

世界の大災害プロテクション・ギャップ: 1,620 億米ドル

図 23 は保険プロテクション・ギャップと呼ばれる経済的損害額と保険損害額との差額の推移を示している。これは保険では補償されなかった災害による金銭的損害額である。2021 年の世界におけるプロテクション・ギャップはおよそ 1,620 億米ドルで、2020 年の 1,170 億米ドルを上回り、10 年平均の 1,390 億米ドルも上回る。

図23
1970～2021年の経済的損害および保険損害 (単位: 10億米ドル, 2021年の物価にスライド)



地域別の概観

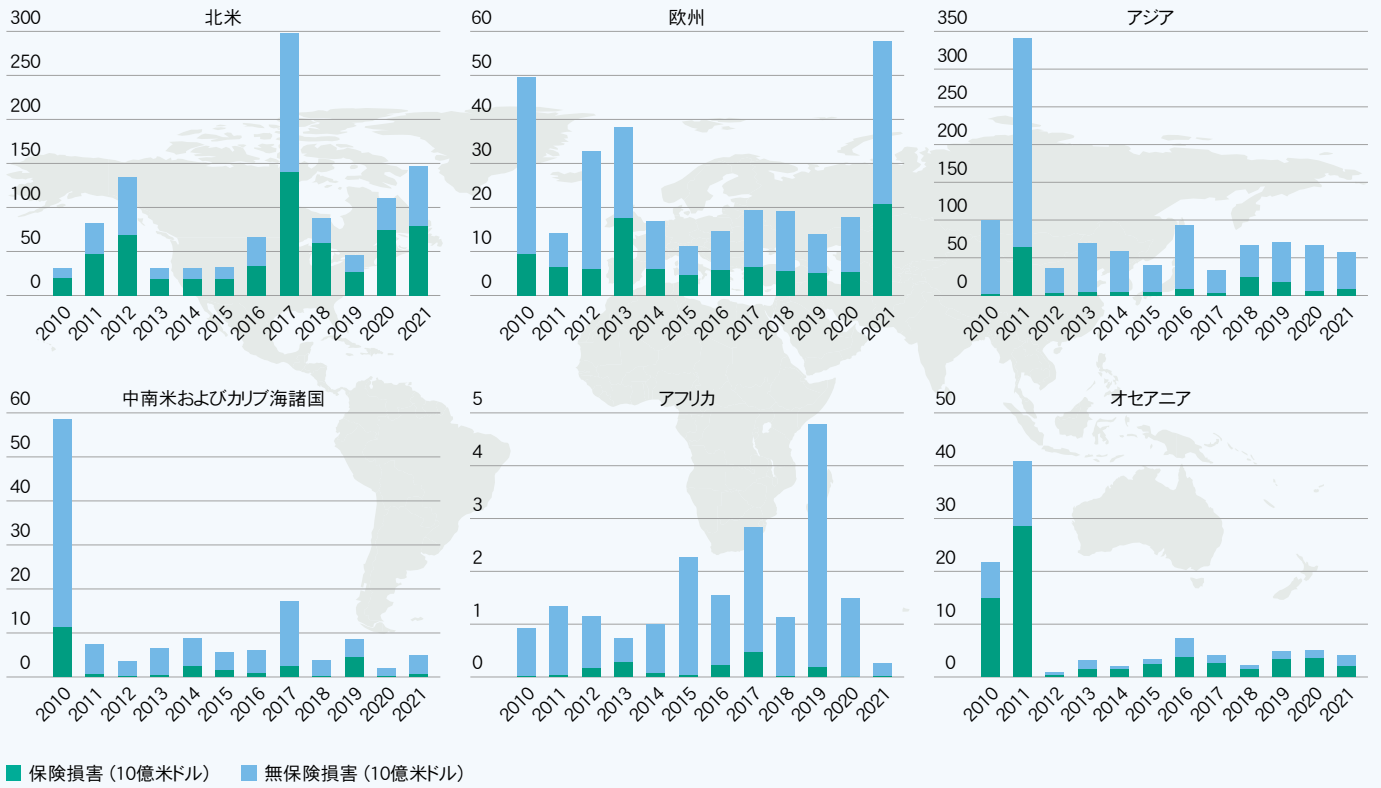
保険損害および経済的損害は北米で最大であった。

表4
2021年の地域別イベント、犠牲者、ならびに経済低損害および保険損害

地域	件数	犠牲者	構成比(%)	経済的損害(10億米ドル)	構成比(%)	保険損害 (10億米ドル)	構成比(%)
北米	87	1 451	12.2%	81.2	68.4%	148.4	53.0%
中南米およびカリブ海諸国	21	2 877	24.2%	0.9	0.8%	5.6	2.0%
欧州	36	633	5.3%	22.1	18.6%	59.1	21.1%
アフリカ	58	2 554	21.5%	2.3	2.0%	3.7	1.3%
アジア	92	4 094	34.5%	9.6	8.1%	58.5	20.9%
オセアニア/オーストラリア	11	272	2.3%	2.3	2.0%	4.5	1.6%
世界	306	11 881	100%	118.6	100.0%	280.1	100%

注: 四捨五入により合計が100にならないものもある。出典: スイス・リー・インスティテュート

図24
2010～2021年の地域別自然災害プロテクション・ギャップ (単位:10億米ドル, 2021年の物価にスライド)



出典: スイス・リー・インスティテュート

補遺2

用語の定義

自然災害

「自然災害」は、自然の力に起因する事故を表現する時に用いる。通常このような事故は、多数の保険契約が関係して膨大な数の個別的損害をもたらす。1つの災害で発生する損害の規模は、それに関わる自然の力のみならず、建物の設計や災害管理の効率などの人為的要因にも左右される。本調査では、自然災害を「洪水」、「暴風」、「地震」、「干ばつ・森林火災・熱波」、「寒波・霜」、「ひょう」、「津波」、「その他の自然災害」に分類している。

人災

本調査では、人間の活動に関わる大事故を「人災」あるいは「技術的」災害と分類している。一般的には、限られた場所に所在する大型物件に影響を与えるものを意味し、対象となる保険契約は限定的である。戦争、内乱および戦争に類似した事故は除かれる。本誌では、人災をさらに「大規模火災および爆発」、「航空機および宇宙災害」、「船舶災害」、「鉄道災害」、「鉱山事故」、「建物 / 橋梁の崩壊」、「その他（テロリズムを含む）」に分類している。

経済的損害

本誌の目的上、経済的損害とは大事故に直接起因するすべての金銭的損害のことであり、換言すれば建物、インフラ、車両などの被害である。この用語には、財物の損害が直接的な原因となっている事業中断の損害も含まれる。「損害総額」または「経済的損害」として表示される数字にはすべての損害が含まれ、付保されているか否かを問わない。損害総額の数字には、サプライヤーが事業不能によって被った収入の減少のような間接的な金銭的損害は含まれず、また GDP の推定減少額あるいは風評損害や生活水準の低下のような非経済的損失も含まれない。

一般的に、損害総額（または経済的損害額）は、様々な方法により推定または表現されている。その結果、損害総額は直接比較できるものではなく、その規模を示す指標として見るべきものである。

保険損害

「損害」には、賠償責任を除くすべての保険損害が含まれる。賠償責任を除外することにより一方ではある保険年度の成績を比較的早期に得ることができるが、他方では人災のコストを過小評価する傾向がある。同様に、生命保険の保険金も含まれていない。保険損害額は、民間企業または政府制度のいずれを問わず、再保険金回収前の総額である。

インフレ調整

本誌では、事故発生年度の損害のうち米ドル以外の通貨で表示されているものは、当該事故発生年度末の為替レートにより米ドルに換算している。インフレ調整のため、換算した米ドルを基に米国の消費者物価指数を用いた推定を行い、現時点（2021年）での価値を求めた。

2021 報告年については、損害の下限閾値を以下のとおり設定した。

シグマ閾値 2021年

保険損害額(閾値単位: 百万米ドル)

海上災害	22.5
航空	45.0
その他損害	55.8

または経済的損害総額(閾値単位: 百万米ドル)

または被災者数

死亡者または行方不明者	20
負傷者	50
家を失った人	2000

過去に発表された事故で報告された損害額に変更が生じたことが分かった場合は、「シグマ」はデータベースに変更を加える。しかしスイス・リーはこのシグマの調査を公式に改訂または更新する義務はない。

出典

情報は新聞、元受および再保険会社の定期刊行物、専門家の出版物（印刷物または電子フォーマットによるもの）ならびに元受および再保険会社のレポートから収集した。この情報の使用に関連して発生したいかなる損失あるいは損害についても、スイス・リーは一切責任を負わない（裏ページの著作権情報を参照）。

発行

スイス・リー・マネジメント・リミテッド
スイス・リー・インスティテュート
Mythenquai 50/60
P.O. Box
8022 Zurich
Switzerland

電話番号 +41 43 285 3095
電子メール institute@swissre.com

著者

ルチア・ビバーレ
Dr フェデリカ・レモンディ

寄稿者

ニール・アレン
Dr キショードーレ
Dr ジャンルカ・ムゼッティ
Dr スティーブ・トゥオツォ

謝辞

本調査の作成にあたり、以下の方々に査読フィードバックをいただきました。

ここに感謝の意を表します。

ベアト・エバーハート、ラメシュ・アデップ、サクシ・バルジヤ、Dr ティエリー・コルティ、エリック・ペイアン、ヨルダン・カ・ヴェリチコバ、Dr アンドレアス・ヴァイゲル、クリスティアン・ヴェルトリ

シグマ編集

ポール・ロンケ

編集主幹

マーティン・ベルトク
ヘッド、スイス・リーCATペリルズ、サイバー、ジオ

Dr ジェローム・ジョン・ハーゲリ
スイス・リー・グループ・チーフエコノミスト

自然災害に関するより詳しいデータおよび可視化ツールは、
www.sigma-explore.comからご利用いただけます。

© 2022 Swiss Re. All rights reserved.

本調査の編集締め切りは2022年1月31日としました。

シグマはスイス・リーのウェブサイトwww.swissre.com/sigmaを通じて入手できます。

インターネットに掲載するシグマの情報は更新されている場合があります。

グラフィックデザイン:

コーポレート・リアルエステート&ロジスティクス/メディア・プロダクション、チューリッヒ

シグマ本号の全内容は著作権の対象となっており、全権利は留保されています。掲載された情報は、著作権または他の所有権に関する注記を削除しないことを条件として、個人的あるいは内部的な目的でのみ使用することができます。シグマに掲載されたデータを電子的に再使用することは禁じられています。

本号の全部または一部を複製する場合は、公的な目的であっても、スイス・リーによる事前の書面による承認と、出典表記(スイス再保険、シグマ2022年第1号)が必要です。ご利用の際は後日掲載誌をお送りください。

本調査中で使用された情報はすべて信頼できる情報源から入手していますが、スイス再保険会社は、その詳細および将来に関する予測について正確性、または完全性についての責任を認めるものではありません。掲載された情報および将来に関する予測は情報提供のみを目的としており、特に特に現在または将来的な議論に関連するスイス再保険の見解を構成または反映するものではありません。本号の情報の使用に関連して発生したいかなる損失あるいは損害についても、スイス再保険は責任を負うことはありません。これらの見通しのみ全面的に依拠することはお控えくださいますようお願いいたします。スイス・リーは、新たな情報の公開、将来の事象その他に起因するか否かにかかわらず、将来予測を改訂または更新する義務を一切負いません。

スイス・リー・マネジメント・リミテッド
スイス・リー・インスティテュート
Mythenquai 50/60
P.O.Box
8022 Zurich
Switzerland

Telephone +41 43 285 2551
swissre.com/institute