



# ホッキョクグマの現状 2021

スーザン J. クロックフォード

## 目次

著者について.....	3
序文.....	3
要約.....	4
1. はじめに.....	5
2. 生態系保護状況.....	5
3. 2021年時点の個体数.....	5
世界全体.....	5
2021年の個体群調査結果発表.....	6
4. 個体数の推移.....	8
5. 生息地の状況.....	9
世界の海氷.....	9
ハドソン湾の氷の融解と凍結.....	9
6. 餌場の拠点.....	10
7. 健康と生存.....	11
8. 人とクマの共生.....	12
冬・春.....	12
夏・秋.....	12
考察.....	14
参考文献.....	14
注釈.....	21

## 著者について

スーザン・クロックフォード博士は進化生物学者。古動物学、捜査動物学の分野で40年以上の経験を持つ。ブリティッシュコロンビアのヴィクトリア大学における非常勤の教授だったが、共同所有の民間コンサルティング会社(Pacific Identifications, Inc.) にフルタイムで勤務。著書に『生命のリズム：甲状腺ホルモンと種の起源』『喰われる』(シロクマに襲われるスリラー小説)、『ホッキョクグマ：事実と迷信』(七歳以上向け、フランス語とドイツ語の翻訳あり)、『ホッキョクグマのおおきなあし』(未就学児向け)、参考文献完備の『ホッキョクグマ：気候変動の驚くべき生き残り』、さらに、ホッキョクグマ保全状況に関する科学論文、古代のホッキョクグマ遺跡の分布に関する査読付き論文<sup>1</sup>などがある。また、これまでもGWPF向けにホッキョクグマとセイウチの生態と保護に関する概要説明、論文、ビデオを制作した。スーザン・クロックフォード博士のブログは [www.polarbearsience.com](http://www.polarbearsience.com)。

監訳杉山大志、翻訳木村史子。原文は： State of Polar Bear 2021

<https://www.thegwpf.org/content/uploads/2022/02/StateofPolarBears-2021.pdf>

Global Warming Policy Foundation(GWPF)より許可を得て翻訳。

## 序文

国際自然保護連合(IUCN)のホッキョクグマ専門家グループ(PBSG)は、1972年から2010年までのおよそ4年おきに<sup>2</sup>、公式会議の議事録として包括的な現状報告書を作成し、電子データで公開している。その後、前回の報告から丸8年となる2018年まで、PBSGはウェブサイト上でのみ情報発信を行い、その中で適宜、状況表は更新されていた(正式発表はなし)。2018年4月、PBSGは、ついにひとつの議事録を作成した。それは2016年の会議<sup>3</sup>のもので、PBSGのウェブサイトを見ない限りは、ほとんどの人がその存在に気づかなかつたであろう。このほかにも、2019年、2021年の2つの状況報告書が発表されている。しかし、2021年に行われたPBSGのウェブサイトの改編で、2016年と2019年の報告書<sup>4</sup>を含む、過去の会議報告書、表、状況報告書のアーカイブが削除された。この「ホッキョクグマの現状2021」は、簡単な最新情報を提供することを目的としている。PBSGが時折発行する文書に掲載されているような内容で、文献の矛盾や偏りの原因について、より批判的なコメントをしている。北極圏のホッキョクグマの最新の状況を過去の記録と照らし合わせて示し、2021年の科学文献とメディアの報道をレビューしたものである。そして本書は、ホッキョクグマや北極圏の生態系に関心を持つ科学者、教師、学生、意思決定者、一般市民など、幅広い読者を対象としている。

## 要約

・最近の調査結果から、世界のホッキョクグマの個体数は少なくとも3万2,000頭であることが示されているが、この推定値には潜在的な誤差の幅がある。

・2017-2018年のデイビス海峡の個体群の調査結果では、数は約2,015頭（範囲1,603-2,588頭）で安定しているが、クマは2005-2007年に比べて太っており、子クマの生存率は良好であることが示された。

・2016年に行われたチュクチ海の航空調査により、推定個体数5,444頭（範囲3,636~8,152頭）となり、前回の調査より約2,500頭増加した。この海域はホッキョクグマにとって素晴らしい環境であることを反映していると思われる。

・ホッキョクグマがアラスカからロシアへ大量に移動しているようだという報告は、北極圏全体の一次生産性の継続的な上昇によって、チュクチ海のクマにとってアラスカよりもロシアが優れた摂餌条件を持つことを示しているのかもしれない。

・2021年にノルウェーのスヴァールバルで行われた春の調査では、雄のホッキョクグマの体の状態は安定しており、家族集団の出産仔数は1994年と同じであるが、2019年よりも低いことが示された。

・新しい論文で、スヴァールバルのホッキョクグマは1970年代よりも夏の間にとナカイを殺して食べているようだが、その現象は海氷の減少だけと結びついているわけではないことが報告された。

・カナダの著名なホッキョクグマ生物学者であるマーカス・ダイクは、ヌナブト州政府のためにランカスター・サウンド個体群の調査を行っていたところ、レゾリュート・ベイ付近で2名の乗員とともにヘリコプターの墜落事故により2021年4月25日に悲劇的な死を遂げた。

・2021年には、8月にフォクシー・ベイソン（カナダ）、3月にスヴァールバル（ノルウェー）、8月にグリーンランド北東部で、ホッキョクグマによる人間への深刻な攻撃が3件発生した。死者は出ていない。

## 1. はじめに

2021年、北極圏のどこからも、海氷面積の減少によってホッキョクグマが苦しんでいることを示唆するような報告はなかった。飢えたクマも、溺れたクマも、共食い行為もなく、人間との衝突の顕著な増加もみられなかった。実際、予想に反して、いくつかの地域のホッキョクグマは、夏の氷が少ないほど良好な状態であることが研究で示されている。これは、多年氷がより生産的な季節氷に置き換えられた、あるいは、開水期間が長くなり、海氷が薄くなったことによる一次生産性の上昇がプラスに働いたためと思われる。

## 2. 生態系保護状況

ホッキョクグマは現在、比較的大きな規模の個体数を有しており、また1979年以降、生息地の損失による生息域の縮小は見られていない。国際自然保護連合（IUCN）は、2015年のレッドリスト評価で、2006年と同様<sup>5</sup>に再びホッキョクグマを絶滅の「危機的状況にある」とした。同様に、2016年、米国魚類野生生物局は、ホッキョクグマが米国の絶滅危惧種法（ESA）<sup>6</sup>の下で絶滅の「危機」にあるとする2008年の結論を支持した。いずれも、ホッキョクグマの状況は、観測されたものではなく、コンピューターで計算された将来の減少に基づいている。

IUCN や ESA とは対照的に、カナダの絶滅危惧野生生物の状況に関する委員会（COSEWIC）は、2018年にホッキョクグマを「絶滅危惧種」に格上げするのではなく、1991年から変わらず「特別懸念」種としてリストアップすることを決定した<sup>7</sup>。世界で繁殖しているホッキョクグマのおよそ3分の2はカナダに生息しているため、今回のCOSEWICの決定は、この種のほとんどが依然として全体的には慎重でありつつも楽観的なスタンスで管理されていることを意味する。これらの公式評価はいずれも2021年時点において変更されていない。

## 3. 2021年時点の個体数

### 世界全体

1968年の発足以来、PBSGは世界のホッキョクグマの個体数の推定を繰り返し行ってきた。1981年の最初の推定値は約1万6,755-2万6,798頭で、これは少ない調査データに基づいていた<sup>8</sup>。1993年にはより信頼できるデータが得られるようになり、PBSGはホッキョクグマの生息数を約2万1,470~2万8,370頭と推定した（1997年には2万2,000~2万7,000頭に修正）<sup>9</sup>。この数字は2001年に2万1,000~2万5,000頭に「調整」され、2005

年には2万～2万5,000頭に「さらに簡略化」された。1993年以降、明らかに個体数が減少しているが、これは2001年より前に用いられたいくつかの値が十分に科学的ではないとみなされ、合計から除外されたことに起因している<sup>10</sup>。2005年、米国地質調査所はPBSGのデータに基づき、ホッキョクグマの世界個体数を2万4,500頭と推定している<sup>11</sup>。2014年、PBSGの推定値は「約2万5,000」と記載された（範囲は記載されていない）。2021年7月2日時点において最新の推定値は、2015年のIUCN推定値2万6,000（範囲2万2,000～3万1,000）で、それ以降調整されていない<sup>12</sup>。

2021年に公開された（デイビス海峡とチュクチ海を含む）データは、2015年の評価報告書作成後の調査結果によると、推計の中央値が少なくとも3万2,000頭になる可能性は十分にある（Figure 1）。ランカスター湾、ハドソン湾西部、メルビル島の調査結果（結果はまだ公表されていない）により、世界個体数の推定中央値は3万2,000頭を大きく上回る可能性がある<sup>13</sup>。この数字には大きな誤差があるにはあるが、2007年以降の海水の状況<sup>15</sup>によって個体数が7,493頭（6,660～8,325頭）に減少する<sup>14</sup>と叫ばれていた数値からは程遠い。

## 2021年の個体群調査結果発表

全19個体群の状況についての詳細な考察については、昨年「ホッキョクグマの現状報告」を参照してほしい。尚、2021年のIUCN/SSC PBSG Status Reportの個々の個体群についての考察は（彼らの2016年と2019年の報告書と同様に）、2015年のIUCN評価で便宜的に使われたカラ海推定3,200頭とラプテフ海推定1,000頭を含んでいない<sup>17</sup>。また、チュクチ海については、以下に述べるように、入手可能な3つの2016年推定値のうち最も低いものを使用した<sup>18</sup>。

### デイビス海峡

デイビス海峡（DS）の個体数の推定値は、1970年代の726頭から2007年の包括的調査の結果2,158頭（範囲1,833～2,542頭）へと、繰り返し上方修正されている<sup>19</sup>。その後、ハーパザラシの個体数が増加したため、ホッキョクグマの数がさらに増加する可能性が出た<sup>20</sup>。最新の2017-2018年調査の結果を簡単にプレビューしたところ（全報告書は完成しているが、まだ公表されていない）、個体数が安定していることが明らかになった。2018年の推定値は2,015頭（範囲1,603～2,588頭）で、2007年の推定値と統計的に区別がつかない。しかし、クマは2007年よりも太っており、平均出産頭数が1.42頭と比較的少ないにもかかわらず、子クマの生存率は良好であることがわかった<sup>21</sup>。2021年、PBSGはDSクマの状況を安定ではなく「データ不足」としたが、これは2021年の調査結果を反映したものではなかった<sup>22</sup>。

## チュクチ海

チュクチ海 (CS) の個体数の評価は、2009 年に PBSG により既存の海氷の損失と予測に基づいて「減少している」と見なされた<sup>23</sup> が、2013 年に「データ不足」に、そして 2014 年から 17 年にかけては「不明」に変更された<sup>24</sup>。しかし、予測用コンピューターモデルには数値が必要であったため、2015 年のレッドリスト評価では、長い間使われていなかった 2,000 頭という推定値が使用された<sup>25</sup>。その後、米国部分の狭い地域で複数年 (2008~2016 年) に渡って行われたクマの捕獲再捕獲調査により、地域全体に外挿する場合、約 2,937 (範囲 1522~5944) の個体数が生まれ、北極圏で最大の個体群となった<sup>26</sup>。また、平均よりも大きな家族グループも発見され<sup>27</sup>、このことは CS のクマの状態が良く、繁殖力が非常に高いことを示す過去の調査結果を裏付けるものであった<sup>28</sup>。

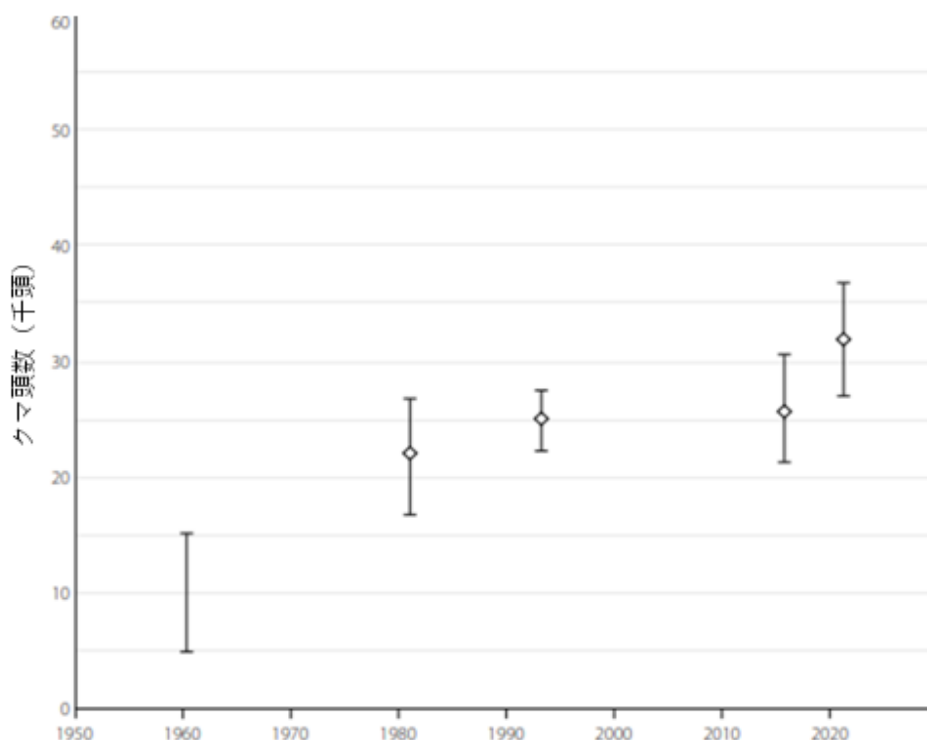


Figure 1: 1960年から今日における世界のホッキョクグマ個体数の推定値推移。

1981年、1993年、2015年の推定値はIUCN PBSG、1960年はCrockford 2019 (102-105頁)、Anonymous 1966 (11頁)、2021年の推定値は本報告書によるものである。

しかし、2016年にロシアとアメリカの合同チームが行った航空調査では、2つの個体数推定値が作成された。3,435頭 (範囲 2,300~5,131頭) -これは不当にクマが見落とされて

いることはないと仮定したもの-と 5,444 頭（範囲 3,636～8,152 頭）-これは一部のクマが見落とされていると仮定したもの-である。最小の推定値 3,435 頭は標識再捕獲法の推定値よりわずかに大きい、より大きな推定値 5,444 頭も潜在的な誤差の範囲内である<sup>29</sup>。この地域が豊富な食料を供給し、クマの繁殖が極めて良好であるという証拠（この地域の主な陸上巣穴地域であるウランゲリ島でカウントされたクマの数の最近の増加を含む<sup>30</sup>）を考えると、報告書の著者はその結論をまだ出していないものの、この部分集団の平均としてはより妥当な推定値であると思われる。2021 年、PBSG は CS 個体群について「安定している可能性が高い」としたが（最も低い推定値 2,937 頭を引用）、これは過度に悲観的な評価かもしれない。この地域のホッキョクグマの繁殖率と生存率は、むしろ増加傾向にあるという証拠にほとんど重きを置いていないようだ<sup>31</sup>。

## 4. 個体数の推移

2021 年、PBSG はチュクチ海で利用可能な最も低い推定値を採用し、カラ海とラプテフ海の 2015 年 IUCN 評価で使用された数字を無視した、最新の評価書を掲載した。Figure2 は、利用可能なすべての情報（2021 年 12 月 31 日までに発表された調査結果、ならびに健康状態や生息地の状況に関する研究）に基づき、現在のホッキョクグマの個体数の動向をより現実的に表したもので、2021 年の時点で以下のような分類合計が示されている<sup>32</sup>。

- ・「増加」または「増加の可能性が高い」3 件
- ・「安定」または「安定の可能性が高い」4 件
- ・「安定」または「増加」11 件



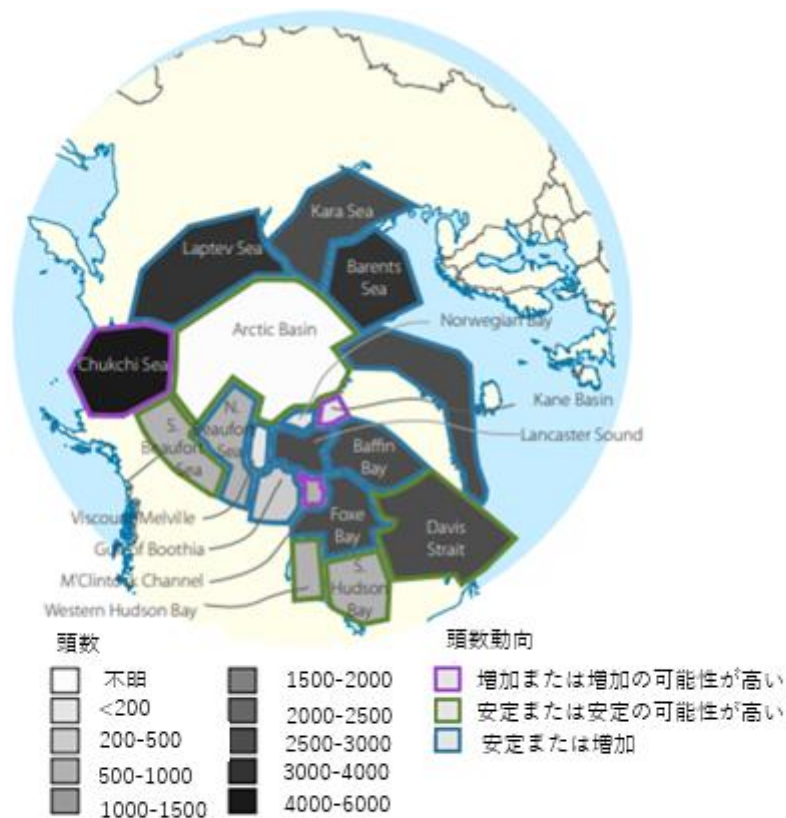


Figure 2: 2021年時点のホッキョクグマ頭数の推移。  
各個体群ごとのクマ数。かつての「データ不足」地域は、研究対象集団に関する現在の研究を反映し、「安定または増加の可能性が高い」と表示されている。

## 5. 生息地の状況

### 世界の海氷

夏の海氷面積（9月）は1979年以降大きく減少しているが、冬の海氷面積（3月）はほとんど減少していない。また、3月の海氷面積は2004年以降、そして夏の海氷面積は2007年以降、ほとんど変化していない（Figure3）<sup>33</sup>。夏の海氷面積が少ない状態が続き、氷の厚さが薄くなった結果、（夏の氷下植物プランクトンの有益な発生を可能にする）一次生産性は上昇を続けている<sup>34</sup>。

### ハドソン湾の氷の融解と凍結

ハドソン湾西部と南部の海氷の融解はここ数年よりも早かった。数頭のクマは6月下旬

に上陸したが、大部分は7月上旬に上陸した。ほとんどのクマは良好な健康状態を保っているように見受けられた。秋、凍結がかなり遅くなったが(12月初旬)、飢えたクマや人間とクマの接触機会の増加は報告されていない<sup>35</sup>。

2015年以降海氷の融解日と凍結日は、まだ科学文献に取り入れられていない<sup>36</sup>。しかし、2021年に報告された、2018年におけるハドソン湾南部とジェームズ湾の西海岸に沿った非常に厚い(18m)氷の広い広がりについてのレポートでは、ハドソン湾のこれらの領域が通常、毎年最後に氷が溶け、時には8月まで海氷が残る理由について考えられる説明をしている<sup>37</sup>。最近の状況をまとめた昨年の報告書を参照すると、1998年以降、ハドソン湾の西部および南部地域のホッキョクグマが陸上で過ごす時間は、予測されていたほど増加していない<sup>38</sup>。

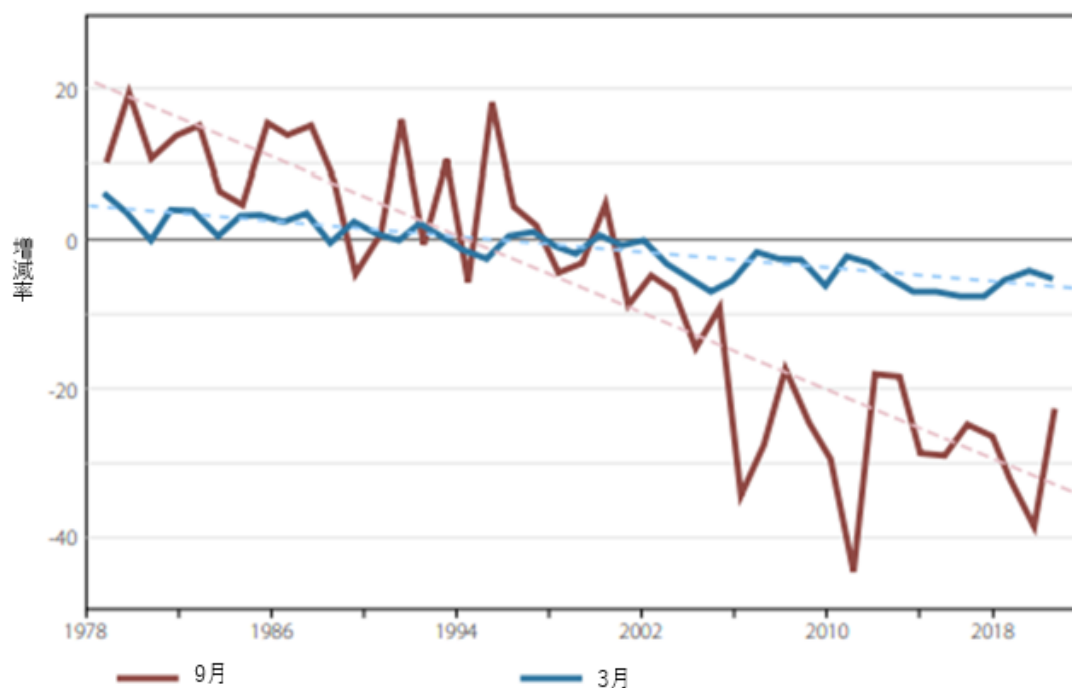


Figure 3: 海氷面積の推移 (1979年~2021年)

## 6. 餌場の拠点

ワモンアザラシとアゴヒゲアザラシ、そして特にその子供は、世界中のホッキョクグマの主な獲物である<sup>39</sup>。地域によっては、他のアザラシ類、そしてセイウチ、ベルーガ、イッカクも食され<sup>40</sup>、クジラの死骸を漁ることもある<sup>41</sup>。

夏の海氷が適度に減少すると、チュクチ海の海氷に依存するアザラシに悪影響が出ると

予想されたが、これまでの研究で、夏の海氷が少なくなるとワモンアザラシとアゴヒゲアザラシの体調がよくなり繁殖力が増加するという逆の結果が得られている<sup>42</sup>。同様の現象はバレンツ海のスヴァールバル地域でも確認されている。2021年の調査では、ワモンアザラシの体調と繁殖指標は、海氷の生息地が大幅に減少しているにもかかわらず、1980年代初頭から2018年まで大きな変化がないことが明らかにされた<sup>43</sup>。カナダ東海岸では、デイビス海峡のホッキョクグマの重要な餌であるハープアザラシは、最近の調査により、生息数が増え続けていることが明らかになった<sup>44</sup>。

ホッキョクグマが陸上の獲物を食べることはほとんどないが、2021年にスヴァールバルのホッキョクグマがトナカイを水中に追い込み、溺れさせて殺し、その後岸に引きずって食べる様子を記録した論文が発表されている。(報告にはその生々しい動画と静止画が添えられている)。最近、他のクマが同じようにトナカイを殺していたようだ。この情報は、気候変動による海氷の減少が原因であるかのように報道されたが、報告書の著者は、1970年代以降、この地域でクマとトナカイの数が増えたことが、こうした事象の目撃件数の増加につながったと考えられること、またクマの一部が夏に陸で過ごす時間が長くなったことを指摘している<sup>45</sup>。

ホッキョクグマは、獲物の選択にかなり柔軟性がある。フォクシー・ベイソンにおけるホッキョクグマの餌消費に関する最近の研究では、1999～2003年と比較して2010～2018年の間、ホッキョククジラの死骸をより多く消費している証拠が見つかった。これは、近年、ホッキョククジラがシャチに殺されることが多くなったためではないかと著者らは推測している(尚、ホッキョククジラは全体としては2%未満と、マイナーな餌生物種である)。ワモンアザラシは主要な獲物であることに変わりはないが、その割合はやや低くなり(36%、以前は45%)、アゴヒゲアザラシの消費は著しく増加した(約20%、以前は約2%)。セイウチの消費、特に大人のオスのクマによる摂取は、セイウチが最も多く生息している地域の北部で増加した<sup>46</sup>。

## 7. 健康と生存

2021年に発表されたデイビス海峡のクマに関する報告書によると2007年に調査されたクマと比較し、生育状態が改善されていることがわかった。夏の海氷が失われ続けているにもかかわらず、体の状態は2007年の調査対象のものに比べて改善していることがわかった<sup>47</sup>。バレンツ海のスヴァールバル地域では、2021年春の雄クマの体の状態は、2019年に比べてやや悪化したが、1993年以降の自然な変動範囲内であった。2021年の子グマサイズ(1.75)も、2019年(2.0)に比べてやや減少していた。しかし、「子産み」(その年の子たちの雌の割合)は、2019年を上回っていた<sup>48</sup>。

北極圏全域、特にチュクチ海やバレンツ海で収集された最近のデータが示すのは、ホッキ

ョクグマの専門家が繰り返し述べてきた、海氷の減少がホッキョクグマの体調悪化を引き起こす、あるいは体調悪化により必ず個体数が減少するという仮定は支持されない、ということである<sup>49</sup>。

## 8. 人とクマの共生

### 冬・春

#### スヴァールバルにおける冬と春の問題のあるクマ

3月2日、スピッツベルゲン東海岸で人がホッキョクグマに襲われ、2名の撮影隊員のうち1名が頭部を負傷。その後、もう一人の隊員がこのクマを射殺した。クマは6歳の雄で体重は231kg（約509ポンド）。年齢にしては低体重だったが、これは晩冬のクマにはよくあることである。この地域は当時海氷が豊富であった<sup>50</sup>。

#### ロシアにおける冬から春にかけての珍しい目撃情報

ロシアのヤクーチア地方で、3月下旬から4月上旬にかけて、若い雌（約2歳）が約1,086kmの距離を移動し、追跡が行われた。犬用の餌を盗んで生き延びてきたようで、近づくとき積極的に反応した。その後、海岸方面に戻り、5月によく捕獲された。やせ細り、歯の問題など様々な医療的な問題を抱えていることが報告されており、狩りができない状態になっている可能性がある。健康上の問題は別として、このような若いクマは狩りの経験が浅く、日常的に十分な食料を得ることができない。この春、ラブテフ海沿岸には例年通り海氷が張っており、陸路での移動は海氷の不足が原因とする説は誤りといえる<sup>51</sup>。

### 夏・秋

#### ロシアにおける夏から秋にかけての問題のあるクマ

8月上旬カラ海に面したヤマル半島北端で、ホッキョクグマ7頭（うち1頭は負傷した

雌、2頭は子グマ)がトナカイとトナカイ飼いの犬を殺すなど攻撃的な行動をとったためヘリコプターで追い払われた。この地域のクマは、夏の間、陸上で過ごすのが普通である<sup>52</sup>。

9月上旬、ある写真家がドローンを使って、コリュチン島の廃墟となった気象観測所の老朽化した建物とその周辺でくつろぐ十数頭のホッキョクグマの写真を多く撮影した。この小さな島は、チュクチ海沿岸のセルデツェ・カメン岬の近くにあり、近年、太平洋セイウチの巨大な群れ(約10万頭)が上陸することで有名になったところである。秋のセイウチの上陸地点でもあるこの無人島で、クマが目撃されたのは初めてらしい<sup>53</sup>。

## グリーンランドにおける夏から秋にかけての問題のあるクマ

8月上旬、グリーンランド北東部ダネボリ軍事基地近くの調査小屋の窓からホッキョクグマが頭を突っ込み、中にいた撮影隊員の手に噛み付いて重傷を負わせた。このクマは攻撃後2度戻ってきたが、その後追い払われた。当局によると、この地域で過去に5件の事故が起きており、クマが再び戻ってきた場合は射殺されるとのことである。メディアは、この事件をグリーンランドの短期間の「熱波」と関連付けて報道したが、グリーンランドでは夏に陸上で過ごすクマもいるため、それが正しいとする確証はない<sup>54</sup>。

## ハドソン湾西部、夏から秋にかけての問題のあるクマたち

ハドソン湾西部のホッキョクグマはすべて夏に氷が溶けるので上陸する。マニトバ州チャーチルは、秋に氷が張るのを待つ間の何十頭ものクマの主要な中継地の近くに位置する場所である。2021年、ハドソン湾の氷の凍結が遅れたため、クマがこの地域を離れるのは12月初旬になったが、チャーチルのホッキョクグマ警報プログラムはシーズン最後の1ヶ月間ずっと問題のあるクマのレポート報告をしなかったため、発生件数を過去の年と比較できない状態である(例えば: State of the Polar Bear Report 2020、発生件数 2015-2020の比較)<sup>55</sup>。

## フォクシー・ベイソンにおける夏から秋にかけてのクマの攻撃

8月10日、ヌナブット州サニラジャックのコミュニティが使用するいくつかの季節小屋の近くで、ホッキョクグマが未確認動物の死骸を食べているところへ偶然にも入り込んでしまった。クマは住民3人に襲いかかり重傷を負わせた後、他の住民によって射殺された。報告書にはホッキョクグマの状態については一切触れられていない。海氷図では豊富な氷

があり、状態の良いクマがナウジャートの3人のハンターを襲い、そのうちの1人が死亡した2018年の状況と同様であった<sup>56</sup>。

## 考察

ホッキョクグマの現在の健康状態と繁殖力は、「夏の海氷の減少によって深刻な悪影響を受ける」という予測（人為的な気候変動が原因とされるもの）とは相反する状態が続いている。

2021年には、クマが氷のない季節を生き延びるのが難しいことを示唆するような、クマの広範な範囲における飢餓、共食い行為、溺死などの報告はなかった。全体として、クマによるトラブルや攻撃の報告は例年より少なく、死者もでなかった。

2021年までのデータでは、無氷期の長期化と海氷の減少により、北極圏の生態系の一次生産性が増加し続けていることが示されている。これは、チュクチ海やバレンツ海におけるホッキョクグマの繁殖に大きく貢献するものである。

2021年に2つのホッキョクグマ調査の結果が発表され、個体群（チュクチ海とデイビス海峡）は安定しているか、または増加していることが判明した。全体として、2021年に発表された研究によると、最新の世界の個体数合計は、2015年の約2万6,000頭から少なくとも3万2,000頭への増加となるはずである（それ以上の可能性もあり）。

## 参考文献

Aars, J., Lunn, N. J. and Derocher, A.E. 2006. Polar Bears: Proceedings of the 14th Working Meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, Seattle, Washington, 20–24 June 2005. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission 32. IUCN, Gland, Switzerland.

Aars, J., Marques, T.A., Lone, K., et al. 2017. The number and distribution of polar bears in the western Barents Sea. *Polar Research* 36:1, 1374125.

Amstrup, S.C. 2003. Polar bear (*Ursus maritimus*). In: *Wild Mammals of North America*, G.A. Feldhamer, B.C. Thompson and J.A. Chapman (eds), pg. 587–610. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Amstrup, S.C., Marcot, B.G. and Douglas, D.C. 2007. Forecasting the rangewide status of polar bears at selected times in the 21st century. Administrative Report, US Geological Survey. Reston, Virginia.

Amstrup, S.C., DeWeaver, E.T., Douglas, D.C., et al. 2010. Greenhouse gas mitigation can

reduce seaice loss and increase polar bear persistence. *Nature* 468:955–958.

Amstrup, S.C., Marcot, B.G. and Douglas, D.C. 2008. A Bayesian network modeling approach to forecasting the 21st century worldwide status of polar bears. Pgs. 213–268 in *Arctic Sea Ice Decline: Observations, Projections, Mechanisms, and Implications*, E.T. DeWeaver, C.M. Bitz, and L.B. Tremblay (eds.). Geophysical Monograph 180. American Geophysical Union, Washington, D.C.

Andersen, M., Kovacs, K.M. and Lydersen, C. 2021. Stable ringed seal (*Pusa hispida*) demography despite significant habitat change in Svalbard, Norway. *Polar Research* 40:5391. <http://dx.doi.org/10.33265/polar.v40.5391>.

Anonymous. 1966. *Polar Bears: Proceedings of the First International Scientific Conference on the Polar Bear*, Fairbanks, Alaska, 6–10 September 1965. US Dept. of Interior.

Anonymous. 1985. *Polar Bears: Proceedings of the 8th meeting of the Polar Bear Specialist Group IUCN/SSC*, 15-19 January, 1981, Oslo, Norway. Gland, Switzerland and Cambridge UK, IUCN.

Ardyna, M., Mundy, C.J., Mayot, N., et al. 2020a. Under-ice phytoplankton blooms: shedding light on the ‘invisible’ part of Arctic primary production. *Frontiers in Marine Science* 7:608031. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.608032>.

Ardyna, M., Mundy, C.J., Mills, M.M., et al. 2020b. Environmental drivers of under-ice phytoplankton bloom dynamics in the Arctic Ocean. *Elementa Science of the Anthropocene* 8:30. <https://doi.org/10.1525/elementa.430>.

Atik, N. 2021. “Aggressive“ polar bear puts village under siege as people too scared to leave homes.’ *The Mirror* (UK), 11 May. <https://www.mirror.co.uk/news/world-news/aggressive-polar-bear-putsvillage-24081753>.

Barber, D.G., Harasyn, M.L., Babb, D.G., et al. 2021. Sediment-laden sea ice in southern Hudson Bay: entrainment, transport, and biogeochemical implications. *Elementa Science of the Anthropocene* 9:1 <https://doi.org/10.1525/elementa.2020.00108>.

Belikov, S.E. 1995. Status of polar bear populations in the Russian Arctic 1993. *Polar Bears: Proceedings of the 11th working meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group*, Copenhagen, Denmark, 25–27 January 1993. (eds Ø. Wiig, E.W. Born and G.W. Garner), pp. 115–119. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission, No. 10. IUCN, Gland, Switzerland.

Bengtsson, O., Lydersen, C., Kovacs, K.M., et al. 2020. Ringed seal (*Pusa hispida*) diet on the west coast of Spitsbergen, Svalbard, Norway: during a time of ecosystem change. *Polar Biology* 43:773–788. <https://doi.org/10.1007/s00300-020-02684-5>.

Bengtsson, O., Hamilton, C.D., Lydersen, C., et al. 2021. Distribution and habitat characteristics of pinnipeds and polar bears in the Svalbard Archipelago, 2005–2018. *Polar*

Research 40:5326. [http:// dx.doi.org/10.33265/polar.v40.5326](http://dx.doi.org/10.33265/polar.v40.5326).

Bennetts, M. 2021. 'Polar bear treks 1,500 miles south as Arctic hunting zone melts away'. The Times (UK), 13 May. <https://www.thetimes.co.uk/article/polar-bear-treks-1-500-miles-south-as-arctichunting-zone-melts-away-d9f6z3fj0>.

Bromaghin, J.F., Douglas, D.C., Durner, G.M., et al. 2021. Survival and abundance of polar bears in Alaska's Beaufort Sea, 2010–2016. *Ecology and Evolution* 11(20):14250–14267. <https://doi.org/10.1002/ece3.8139>.

Brown, T.A., Galicia, M.P., Thiemann, G.W., et al. 2018. High contributions of sea ice derived carbon in polar bear (*Ursus maritimus*) tissue. *PLoS One* 13(1):e0191631. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191631>.

Calvert, W. and Stirling, I. 1990. Interactions between polar bears and overwintering walrus in the Central Canadian High Arctic. *Bears: Their Biology and Management* 8:351–356.

Castro de la Guardia, L., Myers, P.G., Derocher, A.E., Lunn, N.J., Terwisscha van Scheltinga, A.D. 2017. Sea ice cycle in western Hudson Bay, Canada, from a polar bear perspective. *Marine Ecology Progress Series* 564: 225–233.

Conn, P.B., Chernook, V.I., Moreland, E.E., et al. 2021. Aerial survey estimates of polar bears and their tracks in the Chukchi Sea. *PLoS ONE* 16(5): e0251130. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251130>.

Crawford, J.A., Quakenbush, L.T. and Citta, J.J. 2015. A comparison of ringed and bearded seal diet, condition and productivity between historical (1975–1984) and recent (2003–2012) periods in the Alaskan Bering and Chukchi seas. *Progress in Oceanography* 136:133–150.

Crockford, S. 2017. Testing the hypothesis that routine sea ice coverage of 3–5 mkm<sup>2</sup> results in a greater than 30% decline in population size of polar bears (*Ursus maritimus*). *PeerJ Preprints*, 2 March 2017. Doi: 10.7287/peerj.preprints.2737v3.

Crockford, S.J. 2018. State of the Polar Bear Report 2017. Global Warming Policy Foundation Report 29, London.

Crockford, S.J. 2019a. State of the Polar Bear 2018. Global Warming Policy Foundation Report 32, London.

Crockford, S.J. 2019b. The Polar Bear Catastrophe That Never Happened. Global Warming Policy Foundation, London.

Crockford, S.J. 2020. State of the Polar Bear 2019. Global Warming Policy Foundation Report 39, London.

Crockford, S.J. 2021. The State of the Polar Bear Report 2020. Global Warming Policy Foundation Report 48, London.



- Crockford, S.J. 2022a. *Fallen Icon: Sir David Attenborough and the Walrus Deception*. S.J. Crockford, Victoria.
- Crockford, S.J. 2022b. Polar bear fossil and archaeological records from the Pleistocene and Holocene in relation to sea ice extent and open water polynyas. *Open Quaternary*, in press.
- Doran, T. 2020. Emails from the edge: Svalbard's polar bears are sending messages to scientists. CNN, 9 Dec 2020. <https://www.cnn.com/2020/12/09/europe/polar-bears-svalbard-jon-aars-norwegian-polar-institute-spc-intl-c2e/index.html>.
- Durner, G.M., Laidre, K.L., and York, G.S. (eds). 2018. *Polar Bears: Proceedings of the 18th Working Meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, 7–11 June 2016*, Anchorage, Alaska. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
- Dyck, M., Dunham, K.D., Ware, J.V., et al. 2021. Re-estimating the abundance of the Davis Strait polar bear subpopulation by genetic mark-recapture. Final Report to Nunavut Wildlife Boards. Government of Nunavut, Igloolik, 17 December. [Note: a two page summary and title page provided 12 by A.E. Derocher via Twitter <https://twitter.com/AEDerocher/status/1473001033257218051>; the entire final report had not yet been made public by the time this report was written]. Farmer, J.R., Sigman, D.M., Granger, J., et al. 2021. Arctic Ocean stratification set by sea level and freshwater inputs since the last ice age. *Nature Geoscience* 14:684–689. <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00789-y>.
- Frey, K.E., Comiso, J.C., Cooper, L.W., et al. 2020. Arctic Ocean primary productivity: the response of marine algae to climate warming and sea ice decline. In: 2020 Arctic Report Card, NOAA. <https://doi.org/10.25923/vtdn-2198>.
- Frey, K.E., Comiso, J.C., Cooper, L.W., et al. 2021. Arctic Ocean primary productivity: the response of marine algae to climate warming and sea ice decline. In: 2021 Arctic Report Card, NOAA. <https://doi.org/10.25923/kxhb-dw16>.
- Galicia, M.P., Thiemann, G.W., Dyck, M.G., et al. 2021a. Prey selection of polar bears in Foxe Basin, NU, Canada: evidence of dietary flexibility in a specialized predator. *Oxford Open Climate Change* 1(1):kgab002. <https://doi.org/10.1093/oxfclm/kgab002>.
- Galicia, M.P., Thiemann, G.W., Dyck, M.G., et al. 2021b. Polar bear diet composition reveals spatiotemporal distribution of Arctic marine mammals across Nunavut, Canada. *Ecological Indicators* 132:108245. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108245>.
- Hamilton, S.G. and Derocher, A.E. 2019. Assessment of global polar bear abundance and vulnerability. *Animal Conservation* 22:83–95.
- Hammill, M.O., Stenson, G.B., Mosnier, A. et al. 2021. Trends in abundance of harp seals, *Pagophilus groenlandicus*, in the Northwest Atlantic 1982–2019. Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2021/006. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa.

- Heemskerk, S., Johnson, A.C., Hedman, D., et al. 2020. Temporal dynamics of human-polar bear conflicts in Churchill, Manitoba. *Global Ecology and Conservation* 24:e01320. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01320>.
- Herreman, J. and Peacock, E. 2013. Polar bear use of a persistent food subsidy: Insights from non-invasive genetic sampling in Alaska. *Ursus* 24(2):148–163.
- Johnson, J. 2022. 'Polar bears forced to migrate from America to Russia because of climate change'. *The Daily Telegraph* (UK), 1 January. <https://www.telegraph.co.uk/world-news/2022/01/01/polarbears-forced-migrate-america-russia-climate-change/>.
- Kaufman, M. 2019. Village of the Sea Bears: Churchill's famed polar bear population is plunging. *Mashable*, 20 November. <https://mashable.com/feature/polar-bears-churchill-population-decline/>.
- Kochnev, A.A. 2012. Present status of the Pacific walrus in the Russian Federation. In: *A Workshop on Assessing Pacific Walrus Population Attributes from Coastal Haul-outs*, 19–22 March, 2012 (Anchorage, AK), USFWS Administrative Report R7/MMM 13-1, pp. 58–60.
- Lang, A., Yang, S. and Kaas, E. 2017. Sea ice thickness and recent Arctic warming. *Geophysical Research Letters* 44:409–418. <https://doi.org/10.1002/2016GL071274>.
- Lewis, K. M., van Dijken, G.L. and Arrigo, K.R. 2020. Changes in phytoplankton concentration now drive increased Arctic Ocean primary production. *Science* 369(6500):198–202.
- Lillie, K.M., Gese, E.M., Atwood, T.C., et al. 2019. Use of subsistence-harvested whale carcasses by polar bears in the Southern Beaufort Sea. *Arctic* 72(4):404–412.
- Lippold, A., Bourgeon, S., Aars, J., et al. 2019. Temporal trends of persistent organic pollutants in Barents Sea polar bears (*Ursus maritimus*) in relation to changes in feeding habits and body condition. *Environmental Science and Technology* 53(2):984–995.
- Matishov, G.G., Chelintsev, N.G., Goryaev, Yu. I., et al. 2014. Assessment of the amount of polar bears (*Ursus maritimus*) on the basis of perennial vessel counts. *Doklady Earth Sciences* 458 (2):1312–1316.
- Meier, W.N. and Stewart, J.S. 2019. Assessing uncertainties in sea ice extent climate indicators. *Environmental Research Letters* 14:035005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaf52c>.
- Meier, W. 2019. September monthly mean extent and trends for 1979–2019, showing overall trend and trends for the most recent 13 years, and the steepest 13 years in the 41-year record. Figure 3b, in 'Falling Up' [sea ice conditions for September 2019], NSIDC Arctic Sea Ice News & Analysis, 3 October. <http://nsidc.org/arcticseaicenews/2019/10/falling-up/>.
- Meier, W., Perovich, D., Ferrell, S., et al. 2021. Sea Ice. In: *2021 Arctic Report Card*,

NOAA. <https://doi.org/10.25923/y2wd-fn85>.

Miller, S., Schliebe, S. and Proffitt, K. 2006. Demographics and behavior of polar bears feeding on bowhead whale carcasses at Barter and Cross Islands, Alaska, 2002–2004. Alaska Outer Continental Shelf (OCS) Study MMS 2006–14, US Dept. of the Interior, Minerals Management Service, Anchorage.

Miller, S., Wilder, J. and Wilson, R.R. 2015. Polar bear-grizzly bear interactions during the autumn open-water period in Alaska. *Journal of Mammalogy* 96(6):1317–1325.

Molnar, P.K., Bitz, C.M., Holland, M.M., et al. 2020. Fasting season length sets temporal limits for global polar bear persistence. *Nature Climate Change*.

<https://doi.org/10.1038/s41558-020-0818-9>. Norwegian Polar Institute. 2021. Polar bear cubs per litter, number of females with cubs of different ages, and condition in adult polar bear males. Environmental monitoring of Svalbard and Jan Mayen (MOSJ), 8 September. <http://www.mosj.no/en/fauna/marine/polar-bear.html>.

Obbard, M.E., Theimann, G.W., Peacock, E., et al. (eds.) 2010. Polar Bears: Proceedings of the 15th meeting of the Polar Bear Specialist Group IUCN/SSC, 29 June-3 July, 2009, Copenhagen, Denmark. Gland, Switzerland and Cambridge UK, IUCN.

Ovsyanikov, N.G. and Menyushina, I. E. 2015. Demographic processes in Chukchi-Alaskan polar bear population as observed in Wrangel Island region. pp. 37–55, In: *Marine Mammals of the Holarctic, Collection of Scientific Papers. Vol. 2. Moscow*.

Peacock, E., Taylor, M.K., Laake, J., and Stirling, I. 2013. Population ecology of polar bears in Davis Strait, Canada and Greenland. *Journal of Wildlife Management* 77:463–476.

Perovich, D., Meier, W., Tschudi, M., et al. 2020. Sea ice. 2020 Arctic Report Card, NOAA.

PBSG. 2019. ‘Status Report on the World’s Polar Bear Subpopulations July 2019’. IUCN/SSC Polar Bear Specialist Group, 20 September.

PBSG. 2021. ‘Status Report on the World’s Polar Bear Subpopulations at 31 July 2021’. IUCN Polar Bear Specialist Group, 3 December. <https://www.iucn-pbbsg.org/>.

Regehr, E. 2021. ‘Polar bears on Wrangel Island’. Polar Bears International, 13 September. <https://polarbearsinternational.org/news-media/articles/polar-bears-wrangel-island-russia>.

Regehr, E.V., Laidre, K.L., Akçakaya, H.R., et al. 2016. Conservation status of polar bears (*Ursus maritimus*) in relation to projected sea-ice declines. *Biology Letters* 12: 20160556.

Regehr, E.V., Hostetter, N.J., Wilson, R.R., et al. 2018. Integrated population modeling provides the first empirical estimates of vital rates and abundance for polar bears in the Chukchi Sea. *Scientific Reports* 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34824-7>.

Richardson, E. 2019. Case study: Polar bears and the decline of sea ice. In: *State of Canada’s Arctic Seas*, Niemi, A., Ferguson, S., Hedges, K., et al. (eds.). Canadian Technical Report Fisheries and Aquatic Sciences 3344.

- Rode, K.D., Peacock, E., Taylor, M., et al. 2012. A tale of two polar bear populations: ice habitat, harvest, and body condition. *Population Ecology* 54:3–18.
- Rode, K.D., Wilson, R.R., Douglas, D.C., et al. 2018. Spring fasting behavior in a marine apex predator provides an index of ecosystem productivity. *Global Change Biology* 24(1):410–423.
- Rode, K. D., Regehr, E.V., Bromaghin, J. F., et al. 2021. Seal body condition and atmospheric circulation patterns influence polar bear body condition, recruitment, and feeding ecology in the Chukchi Sea. *Global Change Biology* 27:2684–2701.  
<https://doi.org/10.1111/gcb.15572>.
- Rode, K.D., Regehr, E.V., Douglas, D., et al. 2014. Variation in the response of an Arctic top predator experiencing habitat loss: feeding and reproductive ecology of two polar bear populations. *Global Change Biology* 20(1):76–88.
- Rode, K.D., Wilson, R.R., Regehr, E.V., et al. 2015. Increased land use by Chukchi Sea polar bears in relation to changing sea ice conditions. *PLoS ONE* 10(11):e0142213.
- Rogers, M.C., Peacock, E., Simac, K., et al. 2015. Diet of female polar bears in the southern Beaufort Sea of Alaska: evidence for an emerging alternative foraging strategy in response to environmental change. *Polar Biology* 38(7):1035–1047.
- Smith, P., Stirling, I., Jonkel, C., et al. 1975. Notes on the present status of the polar bear (*Ursus maritimus*) in Ungava Bay and northern Labrador. Canadian Wildlife Service, Progress Notes 53.
- Stempniewicz, L., Kulaszewicz, I. and Aars, J. 2021. Yes, they can: polar bears *Ursus maritimus* successfully hunt Svalbard reindeer *Rangifer tarandus platyrhynchus*. *Polar Biology* 44: 2199–2206. <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02954-w>.
- Stewart, W. 2021. ‘The adventure is over! Polar bear that wandered 675 MILES from its habitat across Russia is finally captured (and it’s not very happy about it)’. *The Daily Mail (UK)*, 11 May. <https://www.dailymail.co.uk/news/article-9565589/Lost-polar-bear-holds-Russian-village-siege.html>.
- Stirling, I. and Derocher, A.E. 2012. Effects of climate warming on polar bears: a review of the evidence. *Global Change Biology* 18:2694–2706 doi:10.1111/j.1365–2486.2012.02753.x.
- Stirling and Kiliaan. 1980. Population ecology studies of the polar bear in northern Labrador. Canadian Wildlife Service Occasional Paper No. 42.
- Stirling, I., Calvert, W., and Andriashek, D. 1980. Population ecology studies of the polar bear in the area of southeastern Baffin Island. Canadian Wildlife Service Occasional Paper No. 44. Ottawa.
- Stroeve, J., Holland, M.M., Meier, W., et al. 2007. Arctic sea ice decline: Faster than forecast. *Geophysical Research Letters* 34:L09501.

- Stroeve, J., Markus, T, Boisvert, L., et al. 2014. Changes in Arctic melt season and implications for sea ice loss. *Geophysical Research Letters* 41:1216–1224.
- Thiemann, G.W., Iverson, S.J., and Stirling, I. 2008. Polar bear diets and Arctic marine food webs: insights from fatty acid analysis. *Ecological Monographs* 78: 591–613.
- US Fish and Wildlife Service (USFWS). 2008. Determination of threatened status for the polar bear (*Ursus maritimus*) throughout its range. *Federal Register* 73: 28212–28303.
- US Fish & Wildlife Service (USFWS). 2016. Polar bear (*Ursus maritimus*) conservation management plan, final. USFWS, Region 7, Anchorage, Alaska.
- US Fish and Wildlife Service (USFWS). 2021. Stock assessment reports for two stocks of polar bears. *Federal Register* 86(119):33337–33343.
- US Geological Survey (USGS). 2007. Executive Summary, USGS Science Strategy to Support U.S. Fish and Wildlife Service Polar Bear Listing Decision. Administrative Report, US Geological Survey. Reston, Virginia.
- Wang, M. and Overland, J.E. 2009. A sea ice free summer Arctic within 30 years? *Geophysical Research Letters* 36:L07502. <https://doi.org/10.1029/2009GL037820>.
- Wiig, Ø., Born, E.W., and Garner, G.W. (eds.) 1995. Polar Bears: Proceedings of the 11th working meeting of the IUCN/SSC Polar Bear Specialists Group, 25–27 January, 1993, Copenhagen, Denmark. Gland, Switzerland and Cambridge UK, IUCN.
- Wiig, Ø., Amstrup, S., Atwood, T., et al. 2015. *Ursus maritimus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T22823A14871490. Available from <http://www.iucnredlist.org/details/22823/0> [accessed Nov. 28, 2015].
- Wiig, Ø., Atkinson, S.N., Born, E.W., et al. 2021. An on-ice aerial survey of the Kane Basin polar bear (*Ursus maritimus*) subpopulation. *Polar Biology* 45:89–100. <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02974-6>.

## 注釈

- 1 Crockford 2017, 2022b.
- 2 Obbard et al. 2010.
- 3 Durner et al. 2018.
- 4 As of 26 January 2022 <https://www.iucn-pbbsg.org/>; see also Durner et al. 2018; PBSG 2019.
- 5 Aars et al. 2006; Crockford 2017a; Regehr et al. 2016; Wiig et al. 2015.
- 6 USFWS 2008; USFWS 2016.
- 7 COSEWIC 2018; see also <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/species-risk-public-registry/cosewic-assessments-status-reports/polar->

bear-2018.html.

8 Anonymous 1985.

9 Wiig et al. 1995.

10 Crockford 2019b; Durner et al. 2018; PBSG 2021.

11 Aars et al. 2006; Amstrup et al. 2007; US Fish & Wildlife Service 2008.

12 Anonymous 1968; PBSG 2021; Wiig et al. 2015.

13 It has been argued (Crockford 2017; 2019b) that a plausible and scientifically defensible 'bestguess' estimate at 2018, extrapolated from 'known' to 'unknown' subpopulations within sea ice ecoregions, would be about 39,000 (range 26,000-58,000), although a more pessimistic best-guess (Hamilton and Derocher 2019) based on a greater variety of ecosystem traits (including prey diversity and sea ice cover) came out much lower, at 23,315 (range 15,972-31,212); see also Bromaghin et al. 2021; Crockford 2021; Conn et al. 2021; Dyck et al. 2021; COSEWIC 2018 ('Total Abundance' section); <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/species-risk-public-registry/cosewic-assessments-status-reports/polar-bear-2018.html>.

14 Amstrup et al. 2007; Crockford 2017, 2019b; Crockford 2020b ('The problem of statistical confidence'); USGS 2007.

15 Meier 2019; Meier et al. 2021; Stroeve et al. 2007, 2014; Wang and Overland 2009.

16 Crockford 2021; see also Bromaghin et al. 2021; Wiig et al. 2021.

17 Durner et al. 2018; PBSG 2019.

18 Matishov et al. 2014; vs. Durner et al. 2018; Regehr et al. 2016; Wiig et al. 2015.

19 Peacock et al. 2013; Rode et al. 2012; Smith et al. 1975; Stirling et al. 1980; Stirling and Kiliaan 1980.

20 COSEWIC 2018; DFO 2020; Kovacs 2015; also [https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/biodiversity/maps-sub-populations-polar-bears-protected.html#\\_fig02](https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/biodiversity/maps-sub-populations-polar-bears-protected.html#_fig02).

21 Dyck 2021; see also Crockford 2020b: 28 for a table of litter sizes from other subpopulations.

22 <https://www.iucn-pbsg.org/>.

23 Obbard et al. 2010.

24 SJC personal archive of online PBSG status table updates; Durner et al. 2018; PBSG 2021.

25 Wiig et al. 2015 supplement; Regehr et al. 2016.

26 Regehr et al. 2018:2; see also Aars et al. 2006:34; Belikov 1995; Wiig et al. 1995:24.

27 Regehr et al. 2018 supplementary data.

28 Rode et al. 2014, 2015, 2018, 2021.

29 Conn et al. 2021.

30 Ovsyanikov and Menyushina 2015; Regehr 2021; Rode et al. 2014, 2018, 2021. 17

31 PBSG 2021: 52; see also Frey et al. 2021; Johnson 2022; Rode et al. 2014, 2018, 2021; USFWS 2021:33341.

32 Crockford 2018, 2019b.

33 Lang et al. 2017; Meier and Stewart 2019; Perovich et al. 2020; Meier 2019; Meier et al. 2021.

34 Ardyna et al. 2020a,b; Crockford 2021, Frey et al. 2020, 2021; Lewis et al. 2020; but see Farmer et al. 2021.

35 <https://twitter.com/AEDerocher/status/1412230363342991361> [5 July 2021]; <https://twitter.com/AEDerocher/status/1469505039571947520> [10 December 2021]; <http://churchill.ca/p/polarbear-safety-stats>.

36 Castro de la Guardia et al. 2017; Kaufman 2019.

37 Barber et al. 2021.

38 Crockford 2021.

39 Brown et al. 2018; Thiemann et al. 2008.

40 e.g. Calvert and Stirling 1990.

41 Herreman and Peacock 2013; Lillie et al. 2019; Miller et al. 2006; Miller et al. 2015; Rogers et al. 2015; See also <http://www.dailymail.co.uk/news/article-5110801/Polar-bears-scramble-mountainfeast-whale.html>.

42 Crawford et al. 2015; Rode et al. 2021.

43 Andersen et al. 2021; see also Bengtsson et al. 2020, 2021.

44 Hammill et al. 2021.

45 Stempniewicz, et al. 2021.

46 Galicia et al. 2021a,b.

47 Dyck et al. 2021.

48 Norwegian Polar Institute 2021; see also Crockford 2021; Doran et al. 2020; Lippold et al. 2019.

49 Amstrup et al. 2007, 2010; Doran 2020; Molnar et al. 2020; Richardson 2019; Rode et al. 2021; Stirling and Derocher 2012.

50 <http://icepeople.net/2021/03/02/polar-bear-injures-man-in-east-svalbard-bear-shot-andkilled-after-attack-on-two-person-excursion-to-mohnbukta/>;  
<http://icepeople.net/2021/03/03/thin-hunting-polar-bear-that-attacked-man-this-week-weighed-one-third-less-than-normal-forits-age-expert-says/>.

51 Amstrup 2003; Atik 2021; Bennetts 2021; Crockford 2019a: 30; Stewart 2021; <http://nsidc.org/arcticseaicenews/2021/04/the-dark-winter-ends/>.

52 <https://siberiantimes.com/other/others/news/helicopter-deployed-to-scare-aggressive->

polar-bears-from-reindeer-settlements-on-yamal-peninsula/ [6 Aug 2021].

53 Crockford 2022a; Kochnev 2012; <https://www.boredpanda.com/polar-bears-abandoned-station-russia-dmitry-kokh/> [22 Dec 2021].

54 <https://www.rawstory.com/problematic-greenland-polar-bear-may-be-shot/> [3 Aug 2021]; <https://www.vice.com/en/article/n7bk9d/a-heatwave-has-triggered-a-massive-melting-event-in-greenland> [2 Aug 2021]; <https://www.independent.co.uk/climate-change/news/polar-bear-greenland-arctic-ice-heatwave-b1896187.html> [3 Aug 2021].

55 Crockford 2021; Heemskerk et al. 2020.

56 <https://nunatsiaq.com/stories/article/polar-bear-injures-3-near-sanirajak/> [11 Aug 2021]; <https://www.cbc.ca/news/canada/north/polar-bear-attack-survivor-1.6142932> [17 Aug 2021]; Crockford 2019a.