



A Journey Through
Earth's Extinct Worlds

Otherlands

ໂລກອ່ອນມືມຸບຍ໌



Thomas Halliday

ສຸນາມ ວຽນສິນ ເຟ ແຟ



GYPZY

นักสัจจนหน้ากระตาส
ผู้แสวงหาความรู้และภูมิปัญญามารรณการนักอ่าน

G Y P Z Y

GYPSY

โลกก่อนมีมนุษย์

OTHERLANDS: A Journey Through Earth's Extinct Worlds

โธมัส ฮัลลiday: เขียน

สุนันทา วรรณสินธ์: แปล

ราคา 565 บาท

Copyright © 2022 by Thomas Halliday

This edition arranged with Felicity Bryan Associates Ltd.

through Andrew Nurnberg Associates International Limited

©ข้อความและรูปภาพในหนังสือเล่มนี้ สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558 การคัดลอกส่วนใดๆ ในหนังสือเล่มนี้ไปเผยแพร่ไม่ว่าในรูปแบบใดต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ก่อน ยกเว้นเพื่อการอ้างอิง การวิจารณ์ และประชาสัมพันธ์

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

ฮัลลiday โธมัส.

โลกก่อนมีมนุษย์ = OTHERLANDS: A Journey Through Earth's Extinct Worlds.-- กรุงเทพฯ : ยิปซีกรุ๊ป, 2569.

544 หน้า.

1. ซากดึกดำบรรพ์. 2. นิเวศวิทยาบรรพกาล. I. สุนันทา วรรณสินธ์, ผู้แปล II. ชื่อเรื่อง.

560

ISBN 978-616-301-843-4

บรรณาธิการบริหาร

: คราวุธมิ เกนุย์

บรรณาธิการอาวุโส

: สุรัชย์ พิงชัยภูมิ

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

: ชยพฤกษ์ กองจันทร์

บรรณาธิการสำนักพิมพ์

: อันญา โคมชา

บรรณาธิการเล่ม

: วันวิสา เขตตรง

กองบรรณาธิการ

: คณิดา สุดราม พรณิกา ครุโสภา
พิมพ์กานต์ เดชประสิทธิ์ศักดิ์

รูปเล่ม

: ธนวันทร์ เกตุรัตน์

พิสูจน์อักษร

: ภาณุพงศ์ เขยชื่น

ออกแบบปก

: เฉลิมพันธุ์ ปัญจมาพิรัมย์ย์

ผู้อำนวยการฝ่ายการตลาด

: นุชนันท์ ทักษิณบัณฑิต

ผู้จัดการฝ่ายการตลาด

: ชิตพล จันสด

ผู้จัดการทั่วไป

: เวชพงษ์ รัตนมาลี

พิมพ์ที่

: บริษัท วิชั่น พรินท์ส จำกัด โทร. 0 2147 3175-6

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

: บริษัท ยิปซี กรุ๊ป จำกัด เลขที่ 37/145 रामคำแหง 98
แขวง/เขตสะพานสูง กรุงเทพฯ 10240
โทร. 0 2728 0939 โทรสาร 0 2728 0939 ต่อ 108
www.gypsygroup.net
www.facebook.com/gypsygroup.co.ltd
Line ID: @gypzy

สนใจสั่งซื้อหนังสือจำนวนมากเพื่อสนับสนุนทางการศึกษา สำนักพิมพ์ลดราคาพิเศษ ติดต่อ โทร. 0 2728 0939

โลกก่อนมีมนุษย์

OTHERLANDS: A JOURNEY THROUGH EARTH'S EXTINCT WORLDS

โรมัส ฮัลลiday เขียน

สุนันทา วรรณสินธ์ แปล

คำนำสำนักพิมพ์

มนุษย์เรามักจะมองโลกผ่านกรอบเวลาที่คับแคบ เราวัดความเปลี่ยนแปลงด้วยเข็มนาฬิกา ฤดูกาล หรืออย่างมากก็เพียงชั่วอายุคน แต่ในโลกของ Otherlands โธมัส ฮัลลิดей นักบรรพชีวินวิทยาผู้มีพรสวรรค์ จะพาเราก้าวข้ามขีดจำกัดนั้นไปสู่ “ห้วงเวลาลึก” ที่ซึ่งประวัติศาสตร์ของโลกไม่ได้ถูกจารึกด้วยตัวอักษร แต่ถูกฝังอยู่ในชั้นหิน รหัสพันธุกรรม และฟอสซิลที่หลับใหล

ความโดดเด่นของหนังสือเล่มนี้ไม่ได้อยู่ที่การรวบรวมข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่อยู่ที่วิธีการเล่าเรื่องที่เปี่ยมไปด้วยมนต์ขลัง ฮัลลิดейไม่ได้เพียงแค่ “เล่า” ว่าโลกในอดีตเป็นอย่างไร แต่เขา “ชุบชีวิต” มันขึ้นมาใหม่ผ่านภาษาที่สละสลวยและภาพพจน์ที่ชัดเจนประหนึ่งเรากำลังยืนอยู่ในป่าฝนยุคไครซีเนียน ท่ามกลางเสียงขยับปีกของแมลงที่สูญพันธุ์ไปนานแล้ว หรือเฝ้าดูการกำเนิดใหม่ของสรรพชีวิตหลังหายนะครั้งใหญ่

การเดินทางย้อนเวลากลับไปในแต่ละบท คือการย้ำเตือนให้เราตระหนักถึง “ความไม่จีรัง” ของระบบนิเวศที่เราเคยคิดว่ามันคงถาวร

Otherlands แสดงให้เห็นว่าโลกเคยเปลี่ยนโฉมหน้ามาแล้วนับครั้งไม่ถ้วน ชีวิตดิ้นรน ปรับตัว และล่มสลาย เพื่อรอวันแบ่งบาน

ใหม่อีกครั้ง ในยุคสมัยที่เรากำลังเผชิญกับวิกฤตสิ่งแวดล้อม หนังสือเล่มนี้จึงเป็นเสมือนกระจกเงาบานใหญ่ที่สะท้อนให้เห็นว่า เราเป็นเพียงส่วนเล็วเล็กๆ ในสายธารแห่งวิวัฒนาการที่ยาวนานเหลือคณา

สำหรับผู้อ่านชาวไทย หนังสือเล่มนี้จะไม่ใช่แค่หนังสือวิทยาศาสตร์ แต่เป็น "คู่มือการเดินทาง" ที่จะเปลี่ยนมุมมองที่คุณมีต่อผืนดินที่เหยียบและอากาศที่หายใจ ขอเชิญทุกท่านละทิ้งความเร่งรีบของโลกปัจจุบัน แล้วปล่อยตัวปล่อยใจไปกับการสำรวจโลกที่ผ่านพ้นไปแล้ว เพื่อที่จะเข้าใจโลกที่กำลังเป็นอยู่ และเห็นภาพโลกที่กำลังจะมาถึงให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

สำนักพิมพ์ปิปปี้

คำนำผู้แปล

เนื่องจากเครื่องย้อนเวลามีจริงเพียงแค่ในจินตนาการ บรรพชีวินวิทยา อาจเป็นยานพาหนะที่ดีที่สุดที่เรามีในปัจจุบัน Otherlands จึงขอชวนผู้อ่านขึ้นยานไปด้วยกันเพื่อท่องผ่านอดีต ย้อนหลังกลับไปเรื่อยๆ จนถึงก่อน 550 ล้านปีก่อน

Otherlands เปรียบเสมือนภาพยนตร์สารคดีแบบขาวดำ กล่าวคือ วาดด้วยหมึกบนหน้ากระดาษ เราได้เห็นจากชีวิตจากประวัติศาสตร์หลายล้านปีก่อนในแบบเล่นย้อนหลัง ก่อนที่โลกจะเป็นอย่างที่เราพบเห็นในปัจจุบัน มันได้ผ่านการเปลี่ยนแปลงพลิกผันนับครั้งไม่ถ้วน และบนผืนแผ่นดินนี้เคยมีโลกใบอื่น ดินแดนอื่น ครอบคลุมกาลเวลาดังแต่ยุคเอเดิอาคารัน (550 ล้านปีที่แล้ว) มาจนถึงไพลสโตซีน ซึ่งเป็นสมัยเพิ่งผ่านมา “เพียง” 12,000 ปี ทั้งยังครอบคลุมสถานที่ทั่วโลก จากที่ราบทุ่งหิมะในอแลสกา ทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ทะเลทรายในแอฟริกา ไปจนถึงเนินเขาในออสเตรเลีย

หากท่านนั่งรถเข็นขัดเรียบเรียบร้อยแล้ว ก็ขอเชิญเดินทางย้อนอดีต
ผ่านสารคดีขาวดำผ่านตัวอักษรไปด้วยกัน

สุนันทา วรรณสินธ์

สารบัญ

บทนำ	บ้านอายุหลายล้านปี	11
1.	น้ำแข็งละลาย - สมัยไพลสโตซีน	31
2.	ต้นกำเนิด - สมัยไพลโอซีน	61
3.	น้ำไหลทะลัก - สมัยไมโอซีน	87
4.	บ้านเกิด - สมัยโอลิโกซีน	111
5.	วัฏจักร - สมัยอีโอซีน	139
6.	เกิดใหม่ - สมัยพาลีโอซีน	165
7.	สัญญาณ - ยุคครีเทเชียส	191
8.	ฐาน - ยุคจูราสซิก	217

9.	บทเฉพาะกาล - ยุคไทรแอสสิก	245
10.	ฤดูกาล - ยุคเพอร์เมียน	269
11.	เชื้อเพลิง - ยุคคาร์บอนิเฟอรัส	289
12.	ความร่วมมือ - ยุคทีโวเนียน	311
13.	ห้วงลึก - ยุคไซลูเรียน	337
14.	เปลี่ยนโฉม - ยุคอออร์โดวิเชียียน	361
15.	ผู้บริโภคน - ยุคแคมเบรียน	385
16.	ปรากฏการณ์ - ยุคเอ็ดิอาคาร์น	411
บทส่งท้าย	นครชื่อความหวัง	435



บรมยุค	มหายุค	ยุค	สมัย	ระยะเวลาจนถึงปัจจุบัน
ฟานอยโรโซอิก	ซีโนโซอิก	ควอเทอร์นารี	ไพลสโตซีน	2.58 ล้านปี — 12,000 ปี
		นีโอจีน	ไพลโอซีน	5.333-2.58 ล้านปี
			ไมโอซีน	23.03-5.333 ล้านปี
		พาลีโอจีน	อีโอซีน	33.9-23.03 ล้านปี
			อีโอซีน	56-33.9 ล้านปี
			พาลีโอซีน	66-56 ล้านปี
	มีโซโซอิก	ครีเทเชียส		145-66 ล้านปี
		จูราสซิก		201.3-145 ล้านปี
		ไทรแอสซิก		251.9-201.3 ล้านปี
	พาลีโอโซอิก	เพอร์เมียน		298.9-251.9 ล้านปี
		คาร์บอนิเฟอรัส		358.9-298.9 ล้านปี
		ดีโวเนียน		419.2-358.9 ล้านปี
		ไพลลูเรียน		443.8-419.2 ล้านปี
		ออรัโตวิเทียน		485.4-443.8 ล้านปี
		แคมเบรียน		541-485.4 ล้านปี
โพรเทอโรโซอิก	นีโอโพรเทอโรโซอิก	เอดิคารัน		635-541 ล้านปี

บทนำ

บ้านอายุหลายล้านปี

“จงอย่าเอ่ยว่าอดีตผ่านพ้น
อดีตอยู่รอบตัวเราและอยู่กับเรา”
--อูดเกอร์ นู้นัคคัล (Oodgeroo Noonuccal), *อดีต*

“ลมใดพัดพาเข้าไปยัง
สมุทรลึกแห่งโบราณกาล ข้าไม่แจ้ง”
--โอล เวิร์ม (Ole Worm)

ผมมองออกไปนอกหน้าต่าง ผ่านไรนา บ้านเรือน และสวน ไปยัง
สถานที่ที่รู้จักกันในนาม World's End (สุดโลก) มาหลายร้อยปีแล้ว
ที่ได้ชื่อนี้เพราะในอดีตเคยอยู่ห่างไกลจากลอนดอน มหานครที่ขยาย
ใหญ่จนรวมที่แห่งนี้ไปด้วย แต่เมื่อไม่นานมานี้ ที่แห่งนี้ถือเป็น
จุดสิ้นสุดของโลกจริงๆ ดินที่นี้ก่อตัวขึ้นในยุคน้ำแข็งครั้งล่าสุด เป็น
ส่วนผสมของกรวดที่พัดพามากับแม่น้ำหลายสายซึ่งเคยไหลลงสู่
แม่น้ำเทมส์ เมื่อธารน้ำแข็งเคลื่อนตัว ก็เปลี่ยนเส้นทางแม่น้ำ และแม่น้ำ
เทมส์ในปัจจุบันไหลออกสู่ทะเลห่างออกไปทางใต้มากกว่า 100 ไมล์

จากจุดที่เคยบรรจบทะเล จากทิวเขาเตี้ยๆ น้ำหนักของน้ำแข็งสร้าง
ริ้วรอยในดินโคลน ทำให้เราสามารถลบแนวริ้ว สวน เสาไฟฟ้าถนน
และจินตนาการถึงดินแดนอื่น โลกที่หนาวเย็นบนขอบแผ่นน้ำแข็ง
ที่แผ่ยาวหลายร้อยไมล์ ได้กรวดน้ำแข็งคือชั้นดินเหนียวลอนดอน
(London Clay) ซึ่งเก็บรักษาผู้อยู่อาศัยเก่าแก่ในดินแดนแห่งนี้ไว้
ไม่ว่าจะเป็นจระเข้ เต่าทะเล และม้าในยุคแรกๆ ภูมิประเทศที่พวกมัน
อาศัยอยู่นั้นเต็มไปด้วยป่าต้นจากและพรวพราว และน้ำที่อุดมด้วยหญ้า
ทะเลและไบบักขนาดยักษ์ เป็นสวรรค์เขตร้อนที่อบอุ่น

โลกในอดีตบางครั้งอาจดูห่างไกลจนไม่อาจจินตนาการได้
ประวัติศาสตร์ทางธรณีวิทยาของโลกย้อนกลับไปได้ประมาณ 4.5
พันล้านปี สิ่งมีชีวิตถือกำเนิดขึ้นบนโลกใบนี้ประมาณ 4 พันล้านปี
ที่แล้ว ส่วนสิ่งมีชีวิตที่ใหญ่กว่าสัตว์เซลล์เดียวกำเนิดขึ้นเมื่อประมาณ
2 พันล้านปีที่แล้ว ภูมิประเทศที่ดำรงอยู่ตลอดช่วงธรณีกาล ซึ่งเปิดเผย
โดยบันทึกทางบรรพชีวินวิทยา มีความหลากหลายและบางครั้งก็
แตกต่างจากโลกปัจจุบันอย่างสิ้นเชิง ฮิวจ์ มิลเลอร์ (Hugh Miller)
นักธรณีวิทยาและนักเขียนชาวสกอต พิจารณาธรณีกาลอันยาวนาน
แล้วกล่าวว่าประวัติศาสตร์ของมนุษย์ทั้งหมด “เทียบไม่ได้กับวันวาน
ของโลก กาลสมัยก่อนหน้านั้นยิ่งเอื้อมไม่ถึง” แน่่อนว่าวันวานนั้น
ผ่านมาแล้วเนิ่นนานมาก หากจะอัดรวมประวัติศาสตร์ของโลกทั้งหมด
4.5 พันล้านปีให้เป็นวันเดียวแล้วนำมาฉาย ภาพเคลื่อนไหวว่า 3
ล้านปีจะผ่านไปทุกวินาที เราจะได้เห็นระบบนิเวศถือกำเนิดขึ้นและ

สูญสลายไปอย่างรวดเร็วเมื่อสปีชีส์ที่ประกอบเป็นสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ ปรากฏขึ้นและสูญพันธุ์ไป เราจะได้เห็นผืนทวีปเคลื่อนตัว สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงในชั่วพริบตา และเหตุการณ์ที่รุนแรงและกะทันหันทำให้ชุมชนที่ดำรงอยู่มายาวนานต้องประสบวิฤตหายนะ เหตุการณ์การสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ที่ทำให้เทอโรซอร์ ฟลิชีโอซอร์ และ ไดโนเสาร์ที่ไม่ใช่นกสูญพันธุ์ทั้งหมด จะเกิดขึ้น 21 วินาทีก่อนตอนจบ ประวัติศาสตร์จารึกของมนุษย์จะเริ่มต้นขึ้นใน 0.002 วินาทีสุดท้าย¹

ในช่วงต้นของ 0.002 วินาทีสุดท้ายของอดีตอันอัดแน่นนั้น มีการสร้างอาคารวิหารเก็บศพขึ้นในอียิปต์ใกล้กับเมืองลักซอร์ในปัจจุบัน ซึ่งเป็นสถานที่ฝังศพของฟาโรห์รามเซสที่ 2 เมื่อมองย้อนกลับไปที่พิพิธภัณฑสถานรามเซส ก็จะได้เห็นเพียงแวบเดียวเหนือหน้าผาสูงชันขรุขระ หน้ามิดแห่งธรณีกาลอันลึกล้ำ แต่กระนั้น อาคารหลังนี้ก็เป็นที่รู้จักดีในฐานะอนุสรณ์แห่งความไม่จริง พิพิธภัณฑสถานที่เป็นแรงบันดาลใจให้เพอร์ซี บิช เชลลีย์ (Percy Bysshe Shelley) เขียนกวีนิพนธ์ ‘โอซิมันดีอัส’ (Ozymandias) ซึ่งเปรียบเทียบกับคำอันโอ้อ่าของฟาโรห์ผู้เรืองอำนาจกับภูมิประเทศ ซึ่งตอนที่บทกวีนี้ถูกเขียนขึ้นนั้น ไม่มีอะไรเลยนอกจากผืนทราย²

ครั้งแรกที่ผมได้อ่าน ผมไม่รู้เลยว่ากวีนิพนธ์บทนั้นกล่าวถึงอะไร และเข้าใจผิดคิดว่าโอซิมันดีอัสเป็นชื่อไดโนเสาร์ชนิดหนึ่ง ชื่อนั้นยาวและแปลก และเดาได้ยากว่าออกเสียงอย่างไร บทกวีพรรณนาถึงทรรฆ อำนาจ หิน และกษัตริย์ แต่กล่าวโดยสรุปได้ว่ามีรูปแบบ

สอดคล้องกับหนังสือภาพประกอบเกี่ยวกับชีวิตก่อนประวัติศาสตร์ที่ผมเคยเห็นในวัยเด็ก เมื่อได้อ่านบรรทัดที่เขียนว่า “ข้าพบผู้เดินทางจากดินแดนโบราณ ผู้เล่าว่า รูปปั้นหิน สองขาใหญ่ไม่ไหว ไร้ลำตัวยืนในทะเลทราย” ผมนึกถึงปูนปลาสเตอร์ที่ใช้หุ้มซากสัตว์ร้ายบางชนิดจากยุคก่อนประวัติศาสตร์ อาจเป็นราชากิ่งก่าทรรราชตัวจริงก็ได้ ตอนนี้จะรู้สึกเป็นเสียวๆ ผั่งอยู่ตามแบดแลนด์ในทวีปอเมริกาเหนือ

ใช่ว่าทุกสิ่งที่แตกหักจะสูญหาย บรรทัดที่กล่าวว่า “บนฐานบันทึกไว้ว่า ‘นามข้าคือโอซิมันดีอัส ราชาเหนือเหล่าราชัน จงดูผลงานของข้าผู้ยิ่งใหญ่ แล้วถอดใจเสีย!’ นอกนั้นไม่เหลืออะไรเลย” อาจตีความได้ว่า กาลเวลากำลังหัวเราะเยาะผู้ปกครองที่หลงตัวเอง แต่โลกของฟาโรห์ผู้นั้นยังคงถูกจดจำ ประติมากรรมนี้เป็นหลักฐานว่ามีโลกนั้นอยู่ เนื้อหาใจความ รายละเอียดของสโตร์ นัยที่บ่งบอกถึงบริบท เมื่ออ่านเช่นนี้ ‘โอซิมันดีอัส’ มอบมุมมองเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่กลายเป็นฟอสซิลและสิ่งแวดล้อมที่พวกมันเคยอาศัยอยู่ หากมองข้ามความอหังการ บทกวีนี้ก็ตีความได้ว่าพูดถึงการค้นหาความจริงในอดีตจากเศษซากที่หลงเหลืออยู่จนถึงปัจจุบัน แม้แต่ซากปรักหักพังก็บอกเล่าเรื่องราวได้ เป็นหลักฐานชิ้นหนึ่งว่ามีอะไรบางอย่างนอกเหนือจากผืนทรายที่เปล่าเปลี่ยวและราบเรียบ มีอะไรเคยอยู่ตรงนี้ โลกที่ไม่มีอยู่แล้วแต่ยังพอแกะรอยมองเห็นได้จากสิ่งที่ยู่ท่ามกลางก้อนหิน

เดิมที พิพิธภัณฑสถานเสสเป็นที่รู้จักในชื่อที่แปลว่า ‘บ้านอายุหลายล้านปี’ เป็นฉายาที่สามารถนำมาใช้กับโลกใบนี้ได้สบายๆ ดา

เคราะห์ที่เราอาศัยอยู่มีอดีตซ่อนอยู่ใต้พื้นดินเช่นกัน มันมีร่องรอย
แฝงเป็นจากการก่อตัวและการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก และยังเป็น
เป็นสุสาน เป็นอนุสรณ์หินของผู้ที่เคยอยู่อาศัย มีซากดึกดำบรรพ์เป็น
เครื่องหมายหลุมศพ หน้ากาก และองคาพยพ³

โลกเหล่านั้น โลกอื่น ที่เราไม่อาจไปเยือนได้ อย่างน้อยก็ไม่ใช่
ในเชิงกายภาพ เราไม่สามารถเข้าไปอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไดโนเสาร์
ตัวยักษ์เดินย่ำ ไม่อาจเดินบนดินหรือแหวกว่ายในน่านน้ำเดียวกันได้
วิธีเดียวที่จะเข้าถึงพวกมันคือผ่านหิน อ่านรอยประทับบนผืนทรายที่
แข็งตัว และจินตนาการถึงโลกที่หายไป

หนังสือเล่มนี้เป็นการสำรวจโลกที่เคยดำรงอยู่ในอดีต การ
เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในประวัติศาสตร์ของมัน และวิธีการที่สิ่งมีชีวิต
ปรับตัวหรือไม่ปรับตัว ในแต่ละบท เราจะไปเยือนสถานที่จากอดีต
ทางธรณีวิทยา ผ่านบันทึกฟอสซิล เพื่อสังเกตพืชและสัตว์ ดึกดำกับ
ทัศนียภาพ และเรียนรู้เกี่ยวกับโลกของเราเองจากระบบนิเวศที่สูญพันธุ์
เหล่านี้เท่าที่จะรู้ได้ ด้วยการไปเยือนสถานที่ที่ไม่มีอยู่แล้วผ่านมโนคติ
ของนักเดินทาง หรือนักส่องสัตว์ซาฟารี ผมหวังที่จะเชื่อมโยงระยะ
ห่างจากอดีตสู่ปัจจุบัน เมื่อบรรยายให้เห็นภูมิทัศน์ ก็จะง่ายต่อการ
ทำความเข้าใจถึงการดำรงชีวิต แข่งขัน ผสมพันธุ์ กิน และตายของ
สิ่งมีชีวิตที่นั่น ซึ่งอาจเป็นภาพคุ้นตา

ผมจะเลือกสถานที่หนึ่ง จากแต่ละสมัยทางธรณีวิทยา จนถึง
66 ล้านปีที่แล้วเมื่อเกิดการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ครั้งล่าสุดซึ่งเคยเกิด

มาแล้ว 5 ครั้ง เมื่อยุคซีโนโซอิกซึ่งเป็นบรมยุคของเราถือกำเนิดขึ้น ก่อนการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ครั้งนั้น ผมได้เลือกสถานที่หนึ่งแห่งจากแต่ละยุคทางธรณีวิทยา (ซึ่งแบ่งย่อยเป็นหลายสมัย) ย้อนกลับไปถึงจุดเริ่มต้นของชีวิตหลายเซลล์ในยุคเอ็ดiacารัน (Ediacaran) เมื่อกว่า 500 ล้านปีก่อน สถานที่บางแห่งถูกเลือกเนื่องจากมีชีวภาพที่น่าทึ่ง บางแห่งมีสิ่งแวดล้อมที่ไม่ธรรมดา บางแห่งถูกรักษาไว้อย่างแม่นยำและทำให้เรามองเห็นได้ชัดเจนเป็นพิเศษว่าชีวิตดำรงอยู่และมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไรในอดีต

การเดินทางเริ่มจากที่บ้าน และเส้นทางจะย้อนเวลาจากปัจจุบันกลับไปในอดีต เราจะเริ่มต้นจากยุคน้ำแข็งไพลสโตซีนที่มีสภาพแวดล้อมค่อนข้างคืดน้ำแข็ง เมื่อธารน้ำแข็งกักเก็บน้ำส่วนใหญ่ของโลกไว้ในน้ำแข็ง ทำให้ระดับน้ำทะเลทั่วโลกลดลง ก่อนที่จะเดินทางย้อนเวลาไปยังอดีตที่ไกลออกไปอีก สิ่งมีชีวิตและภูมิศาสตร์จะค่อยๆ คืดน้ำแข็งน้อยลงเรื่อยๆ สมัยซีโนโซอิกซึ่งเป็นสมัยทางธรณีวิทยาจะพาเราย้อนเวลากลับไปยังยุคแรกๆ ของมนุษยชาติ ผ่านน้ำตกใหญ่ที่สุดเท่าที่มีมาบนโลกและแอนตาร์กติกาที่มีอากาศอบอุ่นและมีป่าไม้ ไปจนถึงการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ในช่วงปลายยุคครีเทเชียส

จากนั้น เราจะได้พบกับผู้อยู่อาศัยในมหายุคมีโซโซอิกและพาลีโอโซอิก เยี่ยมชมป่าที่ไดโนเสาร์เป็นใหญ่ แนวพืดหินแกวหลายพันกิโลเมตร และทะเลทรายที่มีรสชุ่มชื้นกระโชก เราจะสำรวจว่าสิ่งมีชีวิตปรับตัวเข้ากับระบบนิเวศใหม่ได้อย่างไร เมื่อเคลื่อนตัวขึ้นจากน้ำ

และทะยานสู่อากาศ และในการสร้างระบบนิเวศใหม่ๆ สิ่งมีชีวิตเปิดโอกาสให้เกิดความหลากหลายยิ่งขึ้นอย่างไร

หลังจากไปเยือนบรมยุคโพรเทอโรโซอิกเมื่อประมาณ 550 ล้านปีก่อนซึ่งเป็นบรมยุคทางธรณีวิทยาก่อนหน้านี้บรมยุคของเรา เรา จะกลับมายังโลกของเราในปัจจุบัน ภูมิประเทศของโลกยุคใหม่กำลัง เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความปั่นป่วนโดยฝีมือมนุษย์ เมื่อ เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมครั้งใหญ่ในอดีตธรณี กาลแล้ว เราอาจคาดหวังให้เกิดอะไรขึ้นในอนาคตอันใกล้และไกล กว่านี้ได้บ้าง

เราไม่สามารถทำการทดลองบนดาวเคราะห์ดวงนี้เพื่อค้นหาว่า เกิดการเปลี่ยนแปลงอะไรในระดับทวีปเมื่อมีคาร์บอนสูงในชั้นบรรยากาศ การทดลองดังกล่าวไม่ถ่วงนัก และเราไม่มีเวลานานพอที่จะมองเห็น ผลกระทบระยะยาวจากการล่มสลายของระบบนิเวศทั่วโลกด้วยตา ตัวเองก่อนที่จะบรรเทาผลกระทบนั้น การคาดการณ์ของเราจะต้องอิง ตามแบบจำลองการทำงานของโลกที่แม่นยำ ในแง่นี้ พลวัตของโลก ตลอดประวัติศาสตร์ทางธรณีวิทยาเป็นเสมือนห้องทดลองตามธรรมชาติ คำตอบของคำถามระยะยาวจะหาได้ก็ต่อเมื่อมองย้อนไปยังช่วงเวลา ที่โลกในอดีตสะท้อนถึงสิ่งที่เราคาดว่าจะเกิดในโลกอนาคต เกิดการ สูญพันธุ์ครั้งใหญ่หลายครั้ง มวลแผ่นดินแยกตัวและกลับมารวมตัวกัน อีกครั้ง การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและการหมุนเวียนในมหาสมุทรและ ชั้นบรรยากาศ ซึ่งทั้งหมดนี้ช่วยเพิ่มข้อมูลเสริมความเข้าใจของเรา

เกี่ยวกับการทำงานของสิ่งมีชีวิตบนโลกตลอดกาลเวลาทางธรณีวิทยา เราสามารถตั้งคำถามเกี่ยวกับดาวเคราะห์ดวงนี้ ชีวภาพในอดีตไม่ได้เป็นเพียงสิ่งแปลกใหม่หรือหลุดโลกที่จะลอบมองด้วยความตะลึง หลักการทางนิเวศวิทยาที่ใช้ได้กับป่าฝนเขตร้อนในปัจจุบันและโลกไคเคนในทุ่งทุนดราที่ใช้ได้กับระบบนิเวศในอดีตเช่นกัน แม้ว่าตัวละครจะแตกต่างกันไป แต่ยังเป็นละครเรื่องเดิม

เมื่อพิจารณาใดๆ ฟอสซิลอาจเป็นบทเรียนเหลือเชื่อเกี่ยวกับความหลากหลายทางกายวิภาค รูปร่างและการใช้งาน และศักยภาพของสิ่งมีชีวิตเมื่อปรับเปลี่ยนชุดเครื่องมือพัฒนาการทั่วไปเพียงเล็กน้อย แต่เช่นเดียวกับรูปปั้นโบราณที่ยืนอยู่ในบริบทของวัฒนธรรม ไม่มีฟอสซิลชิ้นใด ไม่ว่าจะเป็นสัตว์ พืช เชื้อรา หรือจุลินทรีย์ ดำรงอยู่อย่างเป็นเอกเทศ แต่ละชีวิตอาศัยอยู่ในระบบนิเวศ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์นับไม่ถ้วนและสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตหลากหลายซับซ้อน สภาพอากาศและเคมีซึ่งขึ้นอยู่กับการหมุนของโลก ตำแหน่งของทวีป แร่ธาตุในดินหรือน้ำ และข้อจำกัดที่กำหนดโดยผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ในอดีต การสร้างโลกที่มีฟอสซิลและเจ้าของซากดึกดำบรรพ์เหล่านั้นขึ้นมาใหม่เป็นความท้าทายที่นักบรรพชีวินวิทยาพากเพียรพยายาม นับตั้งแต่ศตวรรษที่ 18 เป็นความพยายามที่เพิ่มทั้งความเร็วและรายละเอียดในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา

ความก้าวหน้าทางบรรพชีวินวิทยาเมื่อเร็วๆ นี้ได้เปิดเผยรายละเอียดเกี่ยวกับชีวิตในอดีต ซึ่งเมื่อไม่นานมานี้ยังไม่มีใครคิดว่า

เป็นไปได้ จากการเจาะลึกโครงสร้างของฟอสซิล ตอนนี้เราสามารถจำลองสีขน สีเปลือกดั่ง สีเกล็ดกิ่งก่า และค้นพบโรคที่เล่นงานสัตว์และพืชเหล่านั้น จากการเปรียบเทียบกับสิ่งที่ยังมีชีวิตอยู่ เราสามารถระบุปฏิสัมพันธ์ของพวกมันในห่วงโซ่อาหาร แรงกดดัน หรือความแข็งแรงของกะโหลกศีรษะ โครงสร้างทางสังคมและพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของพวกมัน แม้กระทั่งเสียงร้องของพวกมันซึ่งทำได้ไม่บ่อยนัก ภูมิทัศน์ของบันทึกฟอสซิลไม่ใช่เพียงรอยประทับบนหินและรายการซื้อทางอนุกรมวิธานอีกต่อไป งานวิจัยล่าสุดได้เปิดเผยถึงกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีสีสันและเจริญรุ่งเรือง เค่ากลางของสิ่งมีชีวิตจริงที่จับคู่และล้มป่วย อวดชนหรือโบไม้อีสต ส่งเสียงร้องและบินว่อนอยู่ในโลกที่เป็นไปตามหลักการทางชีววิทยาเดียวกันกับปัจจุบัน⁴

ผู้คนอาจไม่ได้คิดเช่นนี้เมื่อนึกถึงบรรพชีวินวิทยา ภาพที่แพร่หลายไปทั่วคือภาพของนักสะสมผู้มีอันจะกินในยุควิกตอเรียที่เดินทางไปยังดินแดนและวัฒนธรรมต่างๆ ค้อนในมือพร้อมที่จะทุบเจาะโลกเมื่อนักฟิสิกส์ เออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด (Ernest Rutherford) ประกาศเป็นเชิงไม่ใส่ใจตามคำเล่าขานว่า วิทยาศาสตร์ทั้งหมดเป็นเพียง “ถ้าไม่ศึกษาฟิสิกส์ก็สะสมแสตมป์” เขาคงนึกถึงสัตว์ที่ถูกสตัฟฟ์ไว้ ลิ่นชักใส่ผีเสื้อกางปีกเรียงเป็นระเบียบ และโครงกระดูกสูงตระหง่านที่ยึดด้วยเหล็กอุตสาหกรรม จัดเรียงเป็นหมวดหมู่ แต่ในปัจจุบัน นักบรรพชีวินวิทยามีแนวโน้มที่จะใช้เวลาทั้งวันอยู่หน้าคอมพิวเตอร์หรือใช้เครื่องเร่งอนุภาคแบบวงกลมเพื่อยิงรังสีเอกซ์เข้าไปในฟอสซิลในห้องแล็บ พอๆ กับ

ทำงานท่ามกลางความร้อนระอุในทะเลทราย งานวิทยาศาสตร์ของผมเองส่วนใหญ่เกิดขึ้นในคลังสะสมของพิพิธภัณฑ์ชั้นใต้ดินและภายในอัลกอริทึมคอมพิวเตอร์ เพื่อพยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีชีวิตหลังจากการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ครั้งล่าสุดจากลักษณะทางกายวิภาคที่มีร่วมกัน⁵

การได้มาซึ่งข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตจากสิ่งที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่ใช่เรื่องที่เป็นไปไม่ได้เลย มันเหมือนกับการพยายามทำความเข้าใจโครงเรื่องนวนิยายทั้งที่ได้อ่านเพียงไม่กี่หน้าสุดท้ายเสียมากกว่า คุณจะอนุมานได้ว่าก่อนหน้านี้มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง และค้นหาสถานการณ์ปัจจุบันของตัวละครที่รอดจนถึงตอนจบ แต่ความเข้มข้นของโครงเรื่อง ตัวละครจำนวนมาก และจังหวะสำคัญของเรื่องอาจขาดหายไป ประวัติศาสตร์ส่วนใหญ่ของสิ่งมีชีวิตยังคงคลุมเครือสำหรับผู้ที่ไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญ แม้ว่าจะมีฟอสซิลแล้ว ไดโนเสาร์และสัตว์ยุคน้ำแข็งในยุโรปและอเมริกาเหนือเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย และผู้ที่คุ้นเคยกับหัวข้อนี้อีกเล็กน้อยจะเคยได้ยินเกี่ยวกับไทรโลไบต์และแอมโมไนต์หรือบางทีอาจเคยได้ยินเรื่องการเพิ่มจำนวนครั้งใหญ่ในยุคแคมเบรียน แต่สิ่งเหล่านี้เป็นเพียงเศษเสี้ยวของเรื่องราวทั้งหมด ผมต้องการเติมเต็มช่องว่างบางส่วนด้วยเนื้อหาในหนังสือเล่มนี้

แน่นอนว่าหนังสือเล่มนี้เป็นการตีความอดีตในแบบส่วนตัว ผู้คนตีความอดีตที่ล่วงเลยมานาน “เวลานานแสนนาน” ที่แท้จริงนั้นแตกต่างกันไปสำหรับผู้คนที่แตกต่างกัน สำหรับบางคน การคิดถึง

เวลาที่เพลงก็ตอนนับล้านล้านตัวใช้ในการลงหลักปักฐาน เกาะตัว และปรากฏในชั้นหินขอลึกของเคนต์และนอร์มั่งดี ซึ่งเป็นเขตชนบทที่เต็มไปด้วยโครงกระดูกนั้น ช่างน่าตื่นเต้นจนตาลาย สำหรับบางคน หนังสือเล่มนี้เป็นการผ่อนคลาย เป็นโอกาสที่จะคิดถึงวิถีชีวิตนอกเหนือจากที่เราพบเห็นในปัจจุบัน ในยุคก่อนความกังวลถึงการสูญพันธุ์ที่เกิดจากฝีมือมนุษย์ เมื่อนกโดโดเป็นเพียงความเป็นไปได้ในอนาคต ทุกสิ่งที่เราจะเห็นนั่นล้วนมีพื้นฐานอยู่บนข้อเท็จจริง ไม่ว่าจะสังเกตได้โดยตรงจากบันทึกฟอสซิล อนุมานได้อย่างชัดเจน หรือในกรณีที่ความรู้ของเราไม่สมบูรณ์ ก็ดูสมเหตุสมผลเมื่ออิงจากสิ่งที่เรากล่าวได้อย่างมั่นใจ ในกรณีที่มีความเห็นไม่ตรงกัน ผมเลือกสมมติฐานที่ประชันกันข้อหนึ่งแล้วรายต่อ ถึงกระนั้นก็ตาม ปีกที่กระพือในพุ่มไม้ สัตว์ซ่อนตัวที่มองเห็นครั้งเดียว หรือความรู้สึกว่ามีบางสิ่งเคลื่อนไหวในความมืด ล้วนเป็นส่วนสำคัญของการสัมผัสถึงธรรมชาติ ความคลุมเครือเพียงเล็กน้อยก็สามารถสร้างความมหัศจรรย์ได้ไม่แพ้ความจริงตายตัว

ฉากจำลองเหล่านี้เป็นผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายพันคน ใช้เวลากว่า 200 ปี การตีความซากดึกดำบรรพ์ของพวกเขานำไปสู่ส่วนที่เป็นข้อเท็จจริงในหนังสือเล่มนี้ สำหรับนักบรรพชีวินวิทยาแล้ว รอยขน สัน และรูในกระดูก โครงร่างแข็งภายนอก หรือไม้ เป็นเบาะแสสำคัญในการสร้างภาพสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ไม่ว่าสิ่งมีชีวิตนั้นจะมีชีวิตอยู่ในปัจจุบันหรือไม่ก็ตาม การดูกะโหลกศีรษะจะเข้าน้ำจืดที่มีอยู่ก็เหมือนการอ่านคำบรรยายลักษณะนิสัย ครีบก้นลอยและ

คานโค้งที่ชวนให้นึกถึงสถาปัตยกรรมแบบโกธิก ในที่นี้ไม่ได้ค้ำยัน
น้ำหนักของหลังคาอาสนวิหาร แต่ต้านทานแรงกล้ำเนื้อขากรรไกร
อันทรงพลัง ดวงตาที่อยู่สูงและสูงตระหง่านว่าว่ายน้ำตื่น มองและหายใจ
เหนือผิวน้ำเล็กน้อย ฟันเรียงเป็นแถวยาว แหลมแต่กลมมน บนปาก
ที่ยาวและกว้าง บ่งบอกถึงรูปแบบการกินอาหารด้วยการฟาด คว่า
และจับเหยื่อ เหมาะสำหรับจับปลาตัวลื่น ปรากฏรอยแผลเป็นของ
ชีวิต รอยแตกร้าวที่เคยมีได้สมานตัว ชีวิตทั้งร่องรอยไว้อย่างละเอียด
และทำซ้ำได้

การมองไปไกลกว่าตัวอย่างแต่ละชิ้น และการถอดรหัสลักษณะ
ของระบบนิเวศในอดีต ปฏิสัมพันธ์ นิช (niche) หรือวิถีชีวิตเฉพาะ
สายใยอาหาร และการไหลของแร่ธาตุและสารอาหาร กลายเป็นเรื่อง
ธรรมดาในสาขาชีวบรรพชีวินวิทยา โพร่งและรอยเท้าที่กลายเป็น
ฟอสซิลสามารถเปิดเผยรายละเอียดของการเคลื่อนไหวและวิถีชีวิตที่
กายวิภาคไม่อาจบอกได้ ความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์ช่วยบอกเราว่า
ปัจจัยใดสำคัญต่อชีวิภาพและการกระจายพันธุ์ของพวกมัน และอะไร
เป็นแรงผลักดันให้เกิดวิวัฒนาการ รูปแบบและเคมีของเมดทราายใน
หินตะกอนบันทึกสภาพแวดล้อมไว้ หน้าผาแห่งนี้เคยเป็นสามเหลี่ยม
ปากแม่น้ำที่คดเคี้ยว ซึ่งสายน้ำไหลคดเคี้ยวผ่านบ้นโคลนหรือทะเลตื้น
ทะเลนั้นเป็นทะเลสาบก้าง ซึ่งดินทรายแบ่งลอยๆ ลงสู่พื้นในน้ำนิ่ง
หรือมีคลื่นขัดกันแน่ อุณหภูมิบรรยากาศในขณะนั้นเป็นอย่างไร ระดับ
น้ำทะเลทั่วโลกเป็นอย่างไร กระแสลมหลักพัดไปในทิศทางใด ทั้งหมดนี้

หากมีความรู้ที่จำเป็น ก็เป็นคำถามที่ตอบได้ง่าย^๑

เชื่อว่าข้อมูลเหล่านี้จะมีอยู่ทั่วไป แต่บางครั้ง ข้อมูลหลายส่วนมาผนวกรวมกันจนนักบรรพชีวินวิทยาสามารถสร้างภาพรวมของภูมิประเทศได้อย่างสมบูรณ์ ตั้งแต่สภาพอากาศและภูมิประเทศไปจนถึงสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ ภาพสภาพแวดล้อมในอดีตเหล่านี้ซึ่งแจ่มชัดไม่แพ้ภาพใดๆ ในปัจจุบัน มักมอบบทเรียนสำคัญๆ ถึงวิถีวิเคราะห์โลกในปัจจุบัน

โลกธรรมชาติหลายส่วนที่เราคุ้นเคยในปัจจุบันนั้นเพิ่งเกิดขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ ภูเขา ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของระบบนิเวศที่ใหญ่ที่สุดของโลกในปัจจุบัน เพิ่งเกิดขึ้นในช่วงท้ายยุคครีเทเชียส ไม่ถึง 70 ล้านปีก่อน เป็นส่วนหายากของป่าในอินเดียและอเมริกาใต้ ระบบนิเวศที่มีภูเขาเป็นส่วนสำคัญไม่ได้เกิดขึ้นจนกระทั่งประมาณ 40 ล้านปีก่อน ปัจจุบัน ไม่เคยมีทุ่งหญ้ายุคไดโนเสาร์ และในซีกโลกเหนือก็ไม่มีหญ้าอยู่เลย เราต้องละทิ้งความคิดเดิมๆ ว่าภูมิประเทศต่างๆ หน้าตาเป็นอย่างไร ไม่ว่าความคิดเหล่านั้นเกิดจากการที่เราประทับใจชีสสมัยใหม่ลงบนอดีต หรือรวมเอาสิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์ไปแล้วใส่ตะกร้าเดียวกันแม้ว่าเคยมีชีวิตอยู่ห่างกันหลายล้านปี ช่วงเวลาระหว่างดิพลोटอคัสตัวสุดท้ายกับไทแรนโนซอร์ตัวแรกนั้นยาวนานกว่าช่วงเวลาระหว่างไทแรนโนซอร์ตัวสุดท้ายกับตอนที่คุณเกิดเสียอีก สิ่งมีชีวิตในยุคจูราสสิกอย่างดิพลोटอคัส ไม่เพียงแต่ไม่เคยเห็นภูษาเท่านั้น แต่ยังไม่เคยเห็นดอกไม้ด้วย พืชที่ออกดอกนั้นเพิ่งกระจายพันธุ์ช่วงกลาง

ยุคครีเทเชียสเท่านั้น⁷

ปัจจุบัน วิกฤตความหลากหลายทางชีวภาพที่เกิดจากการทำลายและกระจายกระจายของถิ่นที่อยู่อาศัย ประกอบกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ยังคงดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ทำให้พวกเราคุ้นเคยกับแนวคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ กำลังจะสูญพันธุ์ เราได้ยินกันบ่อยๆ ว่ากำลังอยู่ระหว่างการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ครั้งที่ 6 เราเคยได้ยินเรื่องปะการังฟอกขาวเป็นวงกว้าง พืดน้ำแข็งขั้วโลกละลาย หรือการตัดไม้ทำลายป่าในอินโดนีเซียและแองโอมะซอน แต่ที่ไม่ค่อยได้ยินคนพูดถึงแม้ว่าสำคัญมากก็ตาม คือผลกระทบจากการระบายน้ำบนผิวดินและใต้ดินลงไปยังพื้นที่ชุ่มน้ำหรืออุณหภูมิต่ำที่สูงขึ้นในทุ่งทุนดรา โลกที่เราอาศัยอยู่กำลังเปลี่ยนแปลงในระดับภูมิภาค ขนาดและผลกระทบของมันมักเข้าใจได้ยาก ความคิดที่ว่าสิ่งที่กว้างใหญ่ไพศาลอย่างแนวปะการังเกรตแบร์ริเออร์รีฟที่มีความหลากหลายทางชีวภาพมากมายอาจหายไปวันหนึ่งนั้นฟังดูไม่น่าจะเป็นไปได้ อย่างไรก็ตาม บันทึกลอสซิลแสดงให้เห็นแล้วว่าการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในลักษณะนี้ไม่เพียงแต่เป็นไปได้เท่านั้น แต่ยังเกิดขึ้นแล้วซ้ำแล้วซ้ำเล่าตลอดประวัติศาสตร์ของโลก⁸

พืดหิน (reef) ในปัจจุบันอาจเป็นปะการัง แต่ในอดีต หอยที่มีลักษณะคล้ายหอยตลับ แบรคิโอพอดที่มีเปลือกแข็ง และแม้แต่ฟองน้ำก็สร้างพืดหินได้ ปะการังเข้ามาแทนที่สิ่งมีชีวิตที่สร้างพืดหินหลักเมื่อพืดหินมอลลัสก์หายไปในการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ครั้งล่าสุด หอยที่

สร้างพืดหินเหล่านี้มีต้นกำเนิดตอนปลายยุคจูราสสิก เข้ามาแทนที่พืดหินฟองน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งต่อมาครองอาณาจักรพืดหินเมื่อพืดหินแบรคิโอพอดถูกทำลายจนหมดสิ้นในการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ตอนสิ้นยุคเพอร์เมียน จากมุมมองในระยะยาว แนวปะการังขนาดทวีปอาจกลายเป็นระบบนิเวศหนึ่งที่ไม่มีความกลับคืนมา ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ในมหายุคซีโนโซอิกที่มีลักษณะเฉพาะตัว สิ้นสุดลงด้วยการสูญพันธุ์ครั้งใหญ่ที่เกิดจากน้ำมือมนุษย์ ปัจจุบันขนาดของแนวปะการังและระบบนิเวศที่ถูกคุกคามอื่นๆ อยู่ในภาวะที่คาดเดาไม่ได้ แต่หลักฐานฟอสซิลทำหน้าที่เป็นอนุสรณ์และคำเตือนที่แสดงให้เราเห็นว่าการครอบครองความยิ่งใหญ่อย่างรวดเร็วอาจกลายเป็นสิ่งล้าสมัยและความสูญเสีย

ฟอสซิลอาจดูเหมือนไม่ใช่แหล่งที่ควรมองหาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับชีวิตในอนาคต ความแปลกประหลาดของรอยประทับฟอสซิลเปรียบได้กับอักษรอียิปต์โบราณในเชิงชีวภาพ สร้างระยะห่างจากอดีตเป็นเส้นแบ่งที่ข้ามไม่ได้ซึ่งขวางกั้นสิ่งแปลกและดึงดูดใจแต่ไม่อาจเอื้อมถึงได้ ในบทกวีที่ชื่อว่า “ธรรมชาติคืออนุกรมวิธานที่ซึ่งกระดุกเล็กๆ ต่างต่อต้าน” อลิซ ทาร์บัค (Alice Tarbuck) กวีและนักวิชาการได้กล่าวถึงระยะห่างนี้ว่า “มอบร่องรอยอันมหิพาเรแก่ฉัน มอบสัตว์ทะเลที่ดุร้าย” เธอโหยหา “รอยเท้าที่นำทางฉันผ่านหลายศตวรรษ สู่ห้องใต้ดินที่อาจมีอะไรก็ได้” และปฏิเสธการตั้งชื่อหมวดหมู่ตามพิพธิภันท์ด้วยคำว่า “อย่าให้ใครสรรเสริญอนุกรมวิธาน”

แม้ว่าผมจะเป็นคนหนึ่งที่ใช้เวลามากมายในชีวิตทำงาน

จัดประเภทสิ่งมีชีวิตตามกล่องไฟล์-ชั้น-อันดับ ผมเองก็รู้สึกเชื่อมโยงกับสิ่งมีชีวิตมากกว่าชื่อประเภท ชื่ออาจกระตุ้นความคิดหรือมีความหมาย แต่ส่วนใหญ่ไม่สามารถสื่อถึงสิ่งมีชีวิตได้ ชื่อภาษาละตินเป็นเพียงเครื่องหมาย ระบบทศนิยมดิวอี้ที่ใช้กับชีววิทยา เลขตัวเดียวก็เพียงพอแล้ว และแน่นอนว่าระบบนี้ทำงานอย่างนั้นจริงๆ สำหรับทุกสายพันธุ์และสายพันธุ์ย่อย ที่ใดสักแห่งในโลกจะมีตัวอย่างที่บ่งบอกว่าการเป็นสุนัขจิ้งจอกแดงอิตาลีนั้นหมายความว่าอย่างไร ตัวอย่างของสายพันธุ์ *Vulpes vulpes toschiei* ที่เด่นชัดที่สุดมีรหัสว่า ZFMK 66-487 ซึ่งเก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์อเล็กซานเดอร์ เคอนิก (Alexander König Museum) ในกรุงบอนน์ หากจะเป็นส่วนหนึ่งของสายพันธุ์ย่อยนี้ คุณต้องมีความคล้ายคลึงมากพอทั้งทางกายวิภาคและโครงสร้างทางพันธุกรรมกับสุนัขจิ้งจอกในอุดมคตินี้ ซึ่งเป็นสุนัขจิ้งจอกตัวเมียโตเต็มวัยที่เก็บมาจากมอนเตการ์กาโน (Monte Gargano) ในปี 1961 นั่นอาจมีประโยชน์ แต่ก็ไม่ได้บอกอะไรคุณเกี่ยวกับความเชี่ยวชาญในการปีนที่สูงของสุนัขจิ้งจอกในเมืองบนริ้วสวนที่โยกเยก ความเร่งรีบอย่างมีจุดมุ่งหมายของสุนัขจิ้งจอกตัวโตที่เดินย่ำเท้า หรือไหวพริบราวกับเจ้าเรย์นาร์ด (Reynard) ในนิทานปรัมปรา หรือลูกจิ้งจอกที่นอนหลับสบายกลางแจ้ง และนี่คือสิ่งมีชีวิตที่เราเห็นอยู่รอบตัวในปัจจุบัน แล้วเราจะหวังอะไรจากชื่อเพียงอย่างเดียวสำหรับสัตว์ที่สูญพันธุ์ไปแล้ว ความท้าทายของผมในการนำเสนอพวกมันคือการสร้างสะพานเชื่อมระหว่างชื่อกับความเป็นจริง ระหว่างตราประทับกับทองคำ เพื่อให้

มองสิ่งมีชีวิตโบราณราวกับเป็นแขกผู้มาเยือนโลกของเราที่เห็นได้ทั่วไป มองว่าเป็นสัตว์ร้ายที่สิ้นไหวและทรงพลังด้วยเลือดเนื้อและสัญชาตญาณ ราวกับคนส่งเสียงเอี้ยดอัดและโบไม่ว่าง¹⁰

ปัจจุบัน สัตว์ที่สูญพันธุ์ไปแล้วมักถูกนำเสนอภาพขณะมีชีวิต ด้วยภาพลักษณะของอสุรกาย สิ่งชั่วร้ายและหิวกระหายไม่รู้จักพอ แนวโน้มนี้เริ่มในช่วงต้นศตวรรษที่ 19 เมื่อเรื่องราวทางธรณีวิทยาถูกนำเสนออย่างน่าตื่นเต้น บางคนพยายามส่งเสริมภาพในอดีตที่โหดร้าย และนำตื่นเต้นจนम्मมอชนปุยและสลอธยักษ์กลายเป็นสัตว์กินเนื้อที่ตะกละตะกลาม ทั้งที่ในสมัยนั้นรู้แล้วว่าพวกมันเป็นสัตว์กินพืช ตัวอย่างเช่น แम्मมอชถูกนำเสนอต่อสาธารณชนว่าเป็นผู้ล่าทรงพลัง ชุ่มตัวตามทะเลสาบเพื่อดักจับเต่าที่เป็นเหยื่อ ขณะที่สลอธยักษ์ที่เชื่องช้า และกินพืชกลับกลายเป็น “สัตว์ตัวใหญ่เหมือนหินผาแกร่ง โหดร้ายเหมือนเสือด่าเลือดเย็น ว่องไวเหมือนนกอินทรีที่โฉบลงมา และน่ากลัวเหมือนยมทูต!” แม้กระทั่งทุกวันนี้ การเสนอภาพสัตว์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ที่ไร้สมองและโหดเหี้ยมก็ยังคงมีอยู่ในภาพยนตร์ หนังสือ และรายการโทรทัศน์มากมายนับไม่ถ้วน แต่ผู้ล่าจากยุคครีเทเชียสไม่ได้กระหายเลือดมากไปกว่าสิงโตในปัจจุบัน แน่แน่นอนว่าพวกมันอันตราย แต่ก็ยังเป็นสัตว์ ไม่ใช่อสุรกาย¹¹

สิ่งที่เหมือนกันระหว่างการจัดแสดงคลังสะสมฟอสซิลเน้นในฐานะของแปลกตาและการแสดงภาพสิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์ว่าเป็นอสุรกาย คือขาดบริบททางนิเวศวิทยาที่แท้จริง ส่วนใหญ่แล้วพืชและเชื้อราจะ

ไม่ได้รับการกล่าวถึง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมักถูกมองข้าม แต่
ทว่า บันทึมหินบนผิวโลกได้จารึกบริบทนั้นไว้ เผยให้เห็นถึงสภาพ
แวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตสูญพันธุ์อาศัยอยู่ บริบทที่หล่อหลอมให้พวกมันมี
รูปร่างที่ดูแปลกประหลาดในปัจจุบัน หนังสือเล่มนี้เป็นสารานุกรมของ
ความเป็นไปได้ ของภูมิประเทศที่หายไป และเป็นความพยายามที่จะ
นำภูมิประเทศเหล่านั้นกลับมามีชีวิตอีกครั้ง เพื่อหลีกเลี่ยงจากภาพฝุ่น
เชอร์อะในกรอบเหล็กของสิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์ไปแล้ว หรือไทแรนโนซอร์
ตามสวนสนุกที่คำรามและสร้างความหวือหวา และเพื่อสัมผัสกับความ
จริงของธรรมชาติในแบบที่เราสัมผัสได้ในปัจจุบัน

การพิจารณาภูมิประเทศที่เคยมีในอดีตทำให้รู้สึกถึงแรงดึงดูด
ของความอยากรู้อยากเห็นทางข้ามเวลา ผมหวังว่าคุณจะอ่านหนังสือเล่มนี้
แบบเดียวกับหนังสือท่องเที่ยวของนักธรรมชาติวิทยา แม้ว่าจะห่างไกล
ในแง่กาลเวลาแทนที่จะเป็นระยะทาง และเริ่มมองว่า 500 ล้านปีที่
ผ่านมาไม่ใช่ช่วงเวลาอันยาวนานจนจินตนาการไม่ออก แต่เป็นโลก
หลากหลายที่น่าพิศวงที่รู้สึกคุ้นเคยในเวลาเดียวกัน

The first part of the paper discusses the importance of understanding the cultural context of the research. It highlights the need for researchers to be sensitive to the values and beliefs of the communities they are studying. This is particularly important in the field of education, where cultural differences can significantly impact learning outcomes.

The second part of the paper focuses on the methodology used in the study. It describes the process of selecting participants, collecting data, and analyzing the results. The authors emphasize the importance of using a mixed-methods approach to capture both quantitative and qualitative data.

The third part of the paper presents the findings of the study. It shows that there are significant differences in learning outcomes between students from different cultural backgrounds. These differences are attributed to a variety of factors, including language barriers, social norms, and access to resources.

The final part of the paper discusses the implications of the findings for education. It suggests that educators should take steps to create a more inclusive learning environment for all students. This can be done by providing additional support for students who are struggling and by incorporating culturally relevant materials into the curriculum.



1. น้ำแข็งละลาย

นอร์เวิร์ธเฟลน, อะแลสกา, สหรัฐอเมริกา

สมัยไพลสโตซีน — 20,000 ปีที่แล้ว

“ทิวาและราตรี คิมหันต์และเหมันต์ อากาศดีหรือแย่

มันกล่าวถึงเสรีภาพ ถ้าใครสูญเสียเสรีภาพไป

ทุ่งสเดปป์จะชวนให้ผู้นั้นระลึกถึงมัน”

— วาซีลี กรอสมัน (Vasily Grossman),

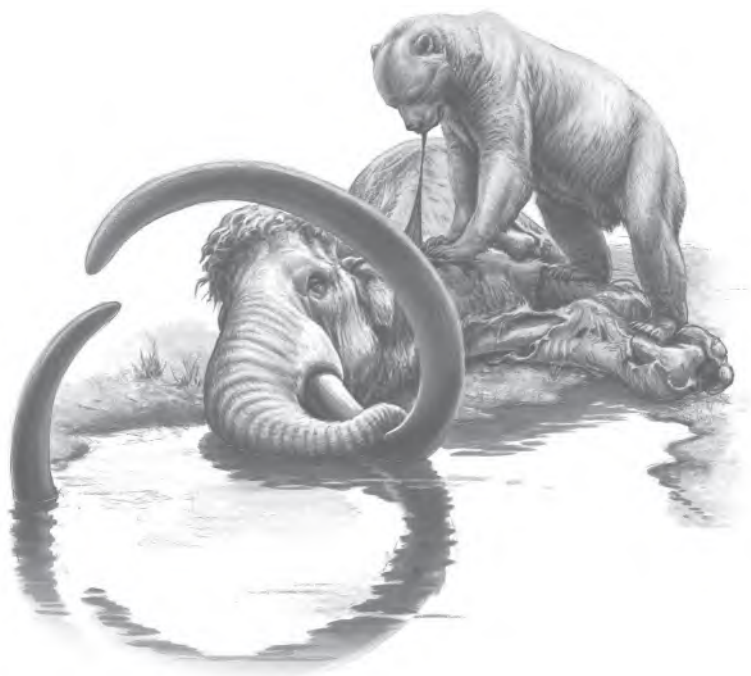
ชีวิตและชะตา (Life and Fate)

“เทลิปนูก็เข้าไปในทุ่งมัวร์และกลมกลืนกับทุ่งมัวร์

ต้นฮาเลนชูงอกงามเหนือร่างเขา”

— ตำนานชนฮิตไทต์

รุ่งอรุณใกล้ขึ้นตดรัตติกาลในอะแลสกา มีม้าฝูงเล็กๆ ที่ประกอบด้วย
ม้าโตเต็มวัย 4 ตัวกับลูกม้า 3 ตัว เบียดกันท่ามกลางลมหนาวจาก
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ถึงตอนนี้ ดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าไปแล้ว
กว่า 10 ชั่วโมง และอากาศก็หนาวเย็นจนผิวตึง ม้าสองตัวผลัดกันทำ
หน้าที่เฝ้ายามจับตาดูความมืดขณะที่ครอบครัวของพวกมันพักผ่อนหรือ



หมีหน้าสั้นยักษ์ (*Arctodus simus*) กับแมมมอธขนปุย (*Mammuthus primigenius*)

กินอาหาร พวกมันยืนเกาะกลุ่มกัน สีข้างติดกัน จมูกชนหาง เป็นวิธีลดความเครียดที่ดีขณะอยู่ใกล้กันและทำให้ร่างกายอบอุ่น ทั้งยังมองเห็นทุกทิศทาง ขณะนี้เป็นฤดูใบไม้ผลิ แต่แม้กระทั่งในฤดูหนาว พื้นดินก็ยังไม่มีหิมะปกคลุม แต่กลับเต็มไปด้วยหญ้าแห้งและทรายที่ถูกพัดมา พื้นที่ราบระหว่างเทือกเขาบรูคส์ทางตอนเหนือของอะแลสกากับชายฝั่งมหาสมุทรอาร์กติกที่ปกคลุมด้วยน้ำแข็งตลอดเวลา นั้นแห้งแล้งเป็นพิเศษ ทั้งฝนและหิมะต่างก็พัดผ่านดินแดนแห่งนี้ไป กระแสน้ำจะปริดะปรอยไหลผ่านก่อนกรวดจากที่สูงแทบจะไปถึงทางใต้ เสียงลมพายุกลบจนเกือบไม่ได้ยินเสียงน้ำ แม้แต่สายน้ำนี้ยังยอมแพ้ก่อนจะถึงทะเล และหายลับไปเมื่อเนินทรายที่รูก้ำเข้ามาดูดกลืนไว้ ระดับน้ำเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในแต่ละวัน แต่จะมีปริมาณมากที่สุดไปอีกไม่กี่เดือน ขึ้นอยู่กับน้ำแข็งที่ละลายจากเนินเขาในฤดูหนาว มีอาหารให้กินน้อยมาก พื้นเป็นดินเปล่าสีในห้าส่วน ส่วนที่เหลือเป็นลำต้นสีน้ำตาลแห้งๆ และอาหารอันน้อยนิดที่มีอยู่ก็ถูกเคลือบด้วยฝุ่นหยาบๆ แม้กระนั้น พืชแห้งกรังที่เหลือจากความอุดมสมบูรณ์ในฤดูร้อนก็เพียงพอที่จะเลี้ยงม้าชาสันผู่เล็กๆ เหล่านี้ได้หลายผู่ ในอุณหภูมิที่ต่ำจนผิวขาเช่นนี้ซึ่งพบได้ในเขตนอร์ธสโลป (North Slope) ในช่วงที่ธารน้ำแข็งเกิดการขยายตัวสูงสุดครั้งล่าสุด ถ้าขायาวเกินไปก็อาจเสี่ยงต่อภาวะตัวเย็นเกิน ม้าอะแลสกามีขนาดใกล้เคียงกับม้าแควะ ซึ่งคล้ายกับม้าเพรซวาลสกี (Przewalski's horse) ในปัจจุบัน แต่เขาเรียกว่า ขนของพวกมันรุงรังและมีสีน้ำตาลหม่น แผะคอสั้นสีดำ

และมีขนดก น้ำที่ไหลบ่าอยู่ก็ยังขยับตัว สะบัดหางอย่างเหม่อลอยได้แสง เหนือสลัวราง พวกมันเป็นผู้อยู่อาศัยบริเวณตอนเหนือที่แห้งแล้งอย่าง แท้จริง และยังคงอยู่ไม่ว่าสภาพแวดล้อมรอบตัวจะเป็นเช่นใด พวก ที่มาเยือนเขตนอร์ธโพลในช่วงฤดูร้อนได้จากไปแล้ว ทั้งควายป่าและ กวางแคริบูฝูงใหญ่ซึ่งพบไม่บ่อยนัก ฝูงวัวมัสก์ กวางมูส และไซก้า ที่มีอยู่กระจุกกระจาย เพราะไม่สามารถประทังชีวิตด้วยอาหารแห้ง แบบนี้เหมือนม้า แม้กระทั่งสำหรับม้า การดำรงชีวิตในช่วงฤดูหนาว ทางตอนเหนือก็เป็นเรื่องยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อม้าตัวเมียตั้งท้อง ฝูงเล็กๆ แต่ละฝูงจะมีตัวผู้หนึ่งตัวและตัวเมียหลายตัว และลูกม้าจะ คลอดออกมาช่วงปลายฤดูใบไม้ผลิ อัตราการเสียชีวิตค่อนข้างสูง และมีอายุขัยสั้นเพียงครึ่งเดียวของม้าป่าในปัจจุบัน โดยทั่วไปม้าอะแลสกา อยู่ได้ 15 ปี พวกมันทำทนายตัวเองจนเกือบสุดขีดจำกัด ท่ามกลาง ลมแรงหิวทิวา¹

ลมนั้นพัดมาจากทะเลทรายกว้าง 7,000 ตารางกิโลเมตรใน ซีกตะวันออกของพื้นที่ที่จะกลายเป็นรัฐอะแลสกา โดยมีแม่น้ำอิกปิกปุก (Ikpihpuk River) กั้นทางตะวันตก แม่น้ำสายนี้ยังคงอยู่จนถึงปัจจุบัน มีเนินทรายสูง 30 เมตรเรียงเป็นแถวยาว 20 กิโลเมตร ทอดตัวเป็น ริ้วๆ ทั่วทะเลทรายอันหนาวเหน็บนี้ ทรายพัดไปทางตะวันตกทั่วทุ่ง สเตปป์ ปกคลุมเชิงเทือกเขาบรูคส์เหมือนผงน้ำตาลไอซิ่งจากส่วนผสม ของทรายและตะกอนดินทรายแป้ง (silt) ที่ปลิวไปตามลมซึ่งเรียกว่า ดินลมหอบ หรือดินเลิสส์ (loess) ในพื้นที่หนาวเย็นของโลกโพลสโตจีน

มีอาหารน้อยมากในช่วงเดือนที่อากาศหนาวเย็น จนสัตว์กินพืชทุกชนิด ตั้งแต่กวางแคริบไปจนถึงแมมมอธ หยุตเดบโต กระดุกและฟันของพวกมันทั้งร่องรอยการเคี้ยวไ้วเช่นเดียวกับต้นไม้ ทั้งผลเป็นตามฤดูกาลที่บอกจำนวนฤดูหนาวที่พวกมันฟันฝ่า พวกมันยังชีพด้วยสิ่งที่หาได้ ประหยัดพลังงานและอาศัยขนาดตัวที่ใหญ่โตเพื่อยืนหยัดจนกว่าจะถึงวันเวลาที่ดีขึ้น ที่ได้มีสัตว์กินพืช ผู้ล่าก็จะคอยข่มมองอยู่ท่ามกลางหนึ่งที่มีงเล็บอาจกระโจนออกมาจากพุ่มไม้ได้ทุกเมื่อ กัดคอ ดับชีวิตพวกมันได้ในคราเดียว ในภูมิประเทศที่รกทึบเหล่านี้ สิ่งโตถ้าไม่ก็ฝูงครอบครองอาณาเขตกว้างใหญ่ พวกมันเดินตระเวนเงียบเงียบทั่วทุ่งสเตปป์ ไหลลาดขยับขึ้นลงทุกครั้งที่ย่ำย่าง และพวกมันไม่มีทางรู้ได้เลยว่าพวกมันอยู่ใกล้ตัวหรือไม่ สิ่งโตล่าโดยอาศัยการสะกดรอยและข่มใจมตี ดังนั้นความมืดจึงดึงดูดพวกมันให้เข้ามาใกล้ยิ่งขึ้น พวกมันจะระแวดระวัง เสียงใด ๆ ก็ตามจะทำให้หูกระดิกเหินโหนกหน้าผากสีซีดของมัน²

สิ่งโต 3 สายพันธุ์เดินท่องโลกในยุคไพลสโตซีน และตัวเล็กสุดใน 3 สายพันธุ์นี้คือสิ่งโตแอฟริกาซึ่งเป็นสายพันธุ์เดียวที่รอดชีวิตมาจนถึงยุคปัจจุบัน อีกฟากหนึ่งของพืดน้ำแข็งลอเรนไทด์ (Laurentide Ice Sheet) และทั่วทั้งอเมริกาเหนือ ไกลลงไปทางใต้จนถึงเม็กซิโกและแม้กระทั่งอเมริกาใต้ เป็นถิ่นที่อยู่ของสิ่งโตอเมริกันซึ่งเป็นสิ่งโตตัวใหญ่ที่สุดใน 3 สายพันธุ์ พวกมันมีสีแดงอมส้ม มีจุดเล็กน้อยตัวยาวถึง 2.5 เมตร พวกมันเพื่องพวยพมาอยู่ได้ไม่นาน สืบเชื้อสาย

มาจากบรรพบุรุษที่อพยพข้ามมาจากยูเรเชียเมื่อประมาณ 340,000 ปีก่อนปัจจุบันกาล แต่ทว่า ในเขตทุ่งสเตปป์ของยุโรปและเอเชีย รวมถึงในอะแลสกา ความเสี่ยงหลักของม้าและกวางแคริบูเหล่านี้คือสิงโตถ้ำยูเรเชีย *Panthera leo spelaea* ซึ่งแยกสายพันธุ์มาจากสิงโตปัจจุบันเมื่อประมาณ 500,000 ปีก่อน ข้อมูลเกี่ยวกับรูปลักษณ์ของพวกมันที่เรามีส่วนใหญ่มาจากงานศิลปะ มีภาพวาดและประติมากรรมที่ลงรายละเอียดหลายร้อยชิ้นโดยมนุษย์ยูเรเชียบนหินที่บันทึกสัตว์สายพันธุ์ต่างๆ ในทุ่งแมมมอธสเตปป์ สิงโตถ้ำยูเรเชียมีขนาดใหญ่กว่าสิงโตแอฟริกันประมาณ 10% สีส่อนกว่าและมีขนรุงรังกว่า ขนหยาบและแข็งปกคลุมขนชั้นในที่หนาและเป็นลอนสีเกือบขาว เป็นฉนวนสองชั้นป้องกันความหนาวเย็น ทั้งตัวผู้และตัวเมียไม่มีแผงคอ แต่มีเคราสั้นๆ และตัวผู้มีขนาดใหญ่กว่ามาก เนื่องจากซากสัตว์มักสะสมและนอนนิ่งอยู่ในถ้ำ เราจึงเรียกพวกมันว่าสิงโตถ้ำ แต่พวกมันคุ้นชินกับการอยู่ในที่โล่ง เดินตระเวนในทุ่งสเตปป์เป็นกลุ่มเล็กๆ เพื่อล่ากวางแคริบูและม้า³

แมวทุกตัวเป็นนักล่าซุ่มโจมตี กายวิภาคของพวกมันพัฒนามาเพื่อตามล่าและกระโจนใส่เหยื่อที่ไม่ทันตั้งตัว อย่างมากก็วิ่งกวาดไล่สั้นๆ การซุ่มตามเหยื่อแบบนี้ต้องหลบซ่อน แต่ทุ่งสเตปป์อันเปิดโล่งยากที่จะหลบซ่อนตัว และเมื่อเทียบกับแมวป่าชนิดอื่นแล้ว สิงโตถ้ำไล่ล่าเหยื่อค่อนข้างเก่ง ภาพวาดสิงโตถ้ำมักแสดงลวดลายของพวกมัน เส้นสีเข้มต่อจากหางตาเหมือนเสือชีตาห์ ช่วยให้ไม่ตาพร่ามัวใน

แสงแดดจ้า และชนหลังสีเข้มตัดกับท้องสีอ่อนอย่างชัดเจน⁴

ปัจจุบัน สิงโต ช้าง และม้าป่าไม่ได้เกี่ยวข้องกับพื้นที่ทางตอนเหนือของอเมริกาเหนือแล้ว พื้นที่ไร้หิมะ ท้องฟ้าไร้ฝน หรือทะเลทรายก็เช่นกัน เมื่อเราจินตนาการถึงบางส่วนของโลกธรรมชาติ เรามักจะคิดว่ามันเป็นหนึ่งเดียวกัน ทุกส่วนของระบบนิเวศนิยามความเป็นสถานที่นั้น ทะเลทรายไซโนรันทางตะวันตกเฉียงใต้ของอเมริกาเหนือจะเป็นอย่างไรหากไม่มีกระบองเพชรซากัวโรขนาดยักษ์ แมงมุมทารันทูลา และงูหางกระดิ่ง ถ้าคุณคุ้นเคยกับสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง คุณจะรู้สึกว่างเปล่าประกอบต่างๆ อยู่ร่วมกันอย่างลงตัวเหมาะสม แม้ว่าคุณจะรู้สึกนี้จะชัดเจนมาก แต่ระบบนิเวศถูกสร้างขึ้นทีละส่วน การรวมตัวของสายพันธุ์ต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดความรู้สึกของสถานที่ก็ยิ่งให้ความรู้สึกถึงยุคสมัยอีกด้วย ชุมชน หรือกลุ่มสิ่งมีชีวิตตั้งแต่จุลินทรีย์ ต้นไม้ ไปจนถึงสัตว์กินพืชขนาดยักษ์ คือการอยู่ร่วมกันชั่วคราวของสิ่งมีชีวิตซึ่งขึ้นอยู่กับประวัติวิวัฒนาการ สภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และความบังเอิญ

ผมเติบโตขึ้นริมเขตป่าดำแห่งแรนโนค (Black Wood of Rannoch) ในเขตที่ราบสูงของสกอตแลนด์ ซึ่งเป็นเนินเขาสูงชันที่ตะปุ่มตะป่ำด้วยหินควอร์ตไซต์ ปกคลุมด้วยพุ่มเฟิร์นกลั่นจุนคั่นด้วยบิลเบอร์รี่ ป่าไม่มีหลังคาใบเบิร์ชสลับกับเสาสนที่แตกร้าวราวกับฝากระจก ร่องรอยป่าฝนเขตอบอุ่นท่ามกลางทุ่งมัวร์และเนินเขาเปิดโล่ง ผมคิดถึงสัตว์ที่อาศัยอยู่ที่นั่นมาก ไม่ว่าจะเป็นหมาไม้ เป็ดไคเวอร์

นกซีสคินและกวาง สำหรับผมแล้ว สัตว์เหล่านี้คือตัวแทนของวัยเด็ก และการแยกสถานที่ที่ออกจากสัตว์ป่านั้นแทบจะเป็นไปไม่ได้ แต่สัตว์เหล่านี้เป็นเพียงสัตว์ที่อาศัยป่าไม้และโลกในยุคของผมร่วมกัน และเมื่อมองระยะยาวแล้ว ธรรมชาติกลับความคิดถึงอดีตวัยเด็กนั้นไป เมื่อสมัยไพลสโตซีนดำเนินไปได้หลายพันปี ขณะที่ฝูงม้าป่าเดินทั่วพื้นที่อันกว้างใหญ่ของอะแลสกา แร่นน็อกเป็นสถานที่ไร่ชีวิต ธารน้ำแข็งหนา 400 เมตรกัดลึกก่อนที่น้ำแข็งจะเคลื่อนตัว และตอนที่น้ำแข็งยังคงอยู่ มันไม่ใช่สถานที่ที่ผมรู้จัก ความรู้สึกของผมเกี่ยวกับป่าดำนั้นผูกติดกับไฮโลซินซึ่งเป็นสมัยทางธรณีวิทยาในปัจจุบันของเรา เช่นเดียวกับที่มันผูกติดกับชั้นหินใต้ผืนป่า⁵

ชุมชนฟอสซิลไม่ได้สอดคล้องกับแนวคิดสมัยใหม่อย่างลงตัว ช่วงชีวิตของสายพันธุ์ในปัจจุบันอาจสะท้อนถึงถิ่นที่อยู่ของบรรพบุรุษหรือไม่ก็ได้ ตัวอย่างเช่น อูฐและลามะเป็นญาติที่ใกล้กันที่สุด โดยแยกสายพันธุ์เมื่อประมาณ 8.5 ล้านปีก่อนปัจจุบัน ลามะสืบเชื้อสายจากเฝ้า (ตามความหมายของคาร์ล ลินเนียส, Carl Linnaeus) ที่ยังคงอาศัยอยู่ในบ้านเกิดบรรพบุรุษของวงศ์อูฐ (Camelidae) ในทวีปอเมริกา ขณะที่อูฐข้ามช่องแคบแบริงไปยังเอเชียและไกลออกไป แม้กระทั่ง 11,000 ปีก่อนปัจจุบัน ในช่วงที่อากาศอบอุ่นระหว่างวงจรเปลี่ยนสภาพโดยธารน้ำแข็งในยุคน้ำแข็ง ฝูงอูฐก็ยังคงเดินเตร่ไปทั่วในที่ที่ต่อมากลายเป็นแคนาดา ณ จุดนี้ในสมัยไพลสโตซีน ซึ่งใกล้กับบริเวณที่มีน้ำแข็งปกคลุมมากที่สุด อูฐแพร่กระจายไกลออกไปทางใต้

ถึงแคลิฟอร์เนีย เราทราบเรื่องนี้จากพวกที่โชคร้ายจนติดอยู่ในแหล่ง
ยางมะตอยธรรมชาติที่ลาเบรีย (La Brea) ตรงที่น้ำมันดินพวยพุ่งขึ้น
จากพื้นดินมานานหลายพันปีแล้ว⁶

คนกลุ่มแรกเดินทางมาถึงทวีปอเมริกาแล้ว รอยเท้าของเด็ก
กลุ่มหนึ่งที่วิ่งอย่างร่าเริงผ่านหน้าลงไปในโคลนริมตลิ่งทะเลสาบหิน
ขอลักเมื่อ 22,500 ปีก่อน ยังคงปรากฏให้เห็นบนผืนทรายสีขาวใน
นิวเม็กซิโก เมื่อประชากรกลุ่มแรกในทวีปอเมริกาเพิ่มจำนวนขึ้น พวกเขา
จะล่าทั้งอูฐและม้าพื้นเมือง เป็นผลให้พวกมันสูญพันธุ์ไปในเวลาเพียง
ไม่กี่พันปีหลังจากมนุษย์มาถึง เช่นเดียวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาด
ใหญ่จำนวนมากในสมัยไพลสโตซีน ตอนนี้ประชากรมนุษย์ยังมีจำนวน
น้อยและมีหลักฐานโดยตรงเพียงเล็กน้อยว่าพวกเขาอาศัยอยู่ที่ใด ในยุค
น้ำแข็งครั้งล่าสุด ซึ่งถึงจุดสูงสุดประมาณ 25,000 ปีก่อน มนุษย์อยู่ดี
กินดีในที่ราบลุ่มของแบริงเจีย (Beringia) โดยย้ายถิ่นฐานไปตาม
ชายฝั่งทางใต้ของอะแลสกาซึ่งน้ำแข็งมีน้อยกว่าและเคลื่อนเข้าสู่ทวีป
ใหม่ที่อุดมไปด้วยทรัพยากร ทางตอนเหนือของพืดน้ำแข็ง ริมฝั่งตะวันออก
ที่แห้งแล้งของแบริงเจีย ห่างจากอีกฟากไปทางตะวันออกหลาย
ร้อยกิโลเมตร อาจมีค่ายพักแรมที่จุดไฟสว่างไสวของชุมชนมนุษย์
แบริงเจียตะวันออกกลุ่มเล็กๆ ทะเลสาบที่นั่นพบสารเคมีที่มีลักษณะ
เฉพาะของอุจจาระมนุษย์และถ่านไม้ แต่มีเพียงเล็กน้อยและกระจัด-
กระจาย เมื่อสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงและมนุษย์ตั้งมั่นในทวีป
มากขึ้น สายพันธุ์พื้นเมืองจำนวนมากจะอยู่รอดไม่ได้นาน เนื่องจาก

ผลกระทบจากโลกที่ร้อนขึ้นและผู้ล่ากลุ่มใหม่ที่กินอาหารหลากหลาย⁷

ร่องรอยความสัมพันธ์ในประวัติศาสตร์อาจอยู่นานกว่าการพบเจอกันจริงๆ ในป่าดงดิบเขตร้อนตั้งแต่อินเดียไปจนถึงทะเลจีนใต้ งูพิษเป็นสัตว์ที่พบเห็นได้ทั่วไป และการทำตัวเลียนแบบสัตว์ที่มีอันตรายก็มีข้อดีเสมอ นางอายซึ่งเป็นไพรเมตที่หากินกลางคืนมีลักษณะแปลกประหลาดหลายอย่าง ซึ่งเมื่อมองรวมๆ แล้วเหมือนจะเลียนแบบงูเห่าอินเดีย พวกมันเคลื่อนตัวไปตามกิ่งไม้ด้วยท่วงท่าคดเคี้ยวและเชื่องช้าเหมือนงูเหลือม เมื่อถูกคุกคาม พวกมันจะยกแขนขึ้นหลังศีรษะ สั่นสะบัดและส่งเสียงพู่ๆ ดวงตากกลมโตดูคล้ายกับลายบนแม่เบี้ยของงูเห่าอินเดีย ที่น่าทึ่งยิ่งกว่านั้น เมื่ออยู่ในท่อนี้ นางอายเอื้อมถึงต่อมใต้รักแร้ได้ ซึ่งเมื่อรวมกับน้ำลายแล้วจะผลิตพิษที่ทำให้เกิดอาการแพ้อย่างรุนแรงในมนุษย์ได้ ไพรเมตชนิดนี้อาจคล้ายงูในแง่พฤติกรรม สี และแม้กระทั่งรอยกัด เปรียบได้กับแกะที่สวมรอยเป็นหมาป่า ปัจจุบันอาณาเขตของนางอายกับงูเห่าไม่ทับซ้อนกัน แต่เมื่อสร้างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศย้อนหลังไปหลายหมื่นปี ก็พบเบาแสว่าพวกมันเคยมีลักษณะที่คล้ายกัน นางอายอาจเป็นศิลปินเลียนแบบที่พันสมัย ดิตอยู่ในวังวนของวิวัฒนาการ ถูกสัญญาณญาณบังคับให้แสดงภาพบางอย่างที่ทั้งมันและผู้ชมของมันไม่เคยเห็นมาก่อน⁸

ในกรณีของนางอายและงูเห่า รวมถึงอูรูอาร์กติก สภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศเป็นตัวกำหนดประวัติวิวัฒนาการและปฏิสัมพันธ์ของพวกมันกับสัตว์อื่น ระบบนิเวศไม่มีรูปแบบตายตัว แต่ประกอบ

ด้วยส่วนต่างๆ ที่แยกจากกันหลายร้อยหรือหลายพันส่วน แต่ละสปีชีส์ทนทานต่อความร้อน เย็น ปริมาณน้ำ ความเป็นกรดไม่เท่ากันและต่างมีบทบาทของตัวเอง ในความหมายกว้างที่สุด ระบบนิเวศคือเครือข่ายปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตทั้งหมดในชุมชนและดินหรือน้ำที่ก่อตัวเป็นสิ่งแวดล้อมของมัน แต่ละสปีชีส์มีคุณสมบัติเฉพาะของตัวเอง แต่ปฏิสัมพันธ์ในระบบนิเวศทำให้เกิดความซับซ้อน เราเรียกสภาพที่เอื้อให้สปีชีส์ใดสปีชีส์หนึ่งดำรงชีวิตได้ว่า “วิถีชีวิตพื้นฐาน” (fundamental niche) เมื่อปฏิสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นจำกัดวิถีชีวิตนั้น เราเรียกการแพร่กระจายของสปีชีส์ในความเป็นจริงว่า “วิถีชีวิตเกิดจริง” (realized niche) ไม่ว่าวิถีชีวิตพื้นฐานจะกว้างแค่ไหน หากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจนเกินขีดจำกัดของวิถีชีวิตนั้น หรือถ้าวิถีชีวิตเกิดจริงลดลงจนเป็นศูนย์ สปีชีส์นั้นก็สูญพันธุ์ไป⁹

นอร์ธสโปลในสมัยโพลสตีชีนตอนฤดูหนาวเป็นช่วงเวลาและสถานที่ที่สภาพแวดล้อมนอกขอบเขตวิถีชีวิตพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด มันสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เพราะสามารถยังชีพด้วยอาหารคุณภาพต่ำตราบเท่าที่ยังมีเพียงพอ พวกมันหลับและตื่นเป็นช่วงๆ และใช้เวลากินอาหารนานถึงวันละ 16 ชั่วโมงเพื่อให้แน่ใจว่าได้รับสารอาหารเพียงพอ แมมมอธก็เจริญเติบโตได้ดีด้วยอาหารคุณภาพต่ำ แม้ว่าระบบย่อยอาหารของพวกมันจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าและต้องการอาหารในปริมาณมากกว่าการเล็มหญ้าที่หาได้ในฤดูหนาว ในช่วงที่ขาดแคลน พวกมันจะกินมูลของตัวเองเพื่อรับเอาสารอาหารที่

เหลืออยู่ ควายไบทันซึ่งอยู่เป็นฝูงใหญ่จำนวนนับพันในที่แห่งอื่นๆ ต้อง
ทิ้งเวลาให้อาหารหมักเอนไซม์ในระบบย่อยอาหารที่มีสี่กระเพาะ ดังนั้น
พวกมันจึงกินได้ไม่มากเท่าและเร็วเท่า นั่นหมายความว่ามันต้องกิน
อาหารที่มีคุณภาพสูงกว่า และในฤดูหนาว พื้นที่ราบทางตอนเหนือที่
แห้งแล้งเหล่านี้ไม่สามารถให้อาหารนั้นได้¹⁰

ภูมิศาสตร์กายภาพ ณ มุมนี้ของโลกเป็นเหตุให้เกิดสภาพ
อากาศที่แห้งแล้งและมีลมแรง ลมหนาวเหน็บที่พัดผ่านเนินทรายริม
แม่น้ำอีกูปิกปกตลอดเวลาเป็นส่วนหนึ่งของวงวนใหญ่ (gyre) ที่พัด
ทวนเข็มนาฬิกาซึ่งมีศูนย์กลางอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของที่นี่ เมื่อลม
พัดน้ำในมหาสมุทรแปซิฟิกขึ้นมาและพัดเมฆมาปกคลุมบริเวณตอน
กลางของอะแลสกาและยูคอน ความชื้นที่เคยกักเก็บไว้ก็หายไปหมด
แล้ว ฝนส่วนใหญ่ตกบนที่ราบที่สูงกว่าซึ่งเป็นที่อยู่ของควายไบทัน
ใกล้กำแพงน้ำแข็งขนาดใหญ่ที่แยกบริเวณนี้ออกจากส่วนอื่นๆ ของ
อเมริกาเหนือ พัดน้ำแข็งนั้นปกคลุมพื้นที่เกือบทั้งหมดของแคนาดา
ในปัจจุบันและทอดยาวลงไปได้ ก่อตัวเป็นกำแพงน้ำแข็งจาก
มหาสมุทรแปซิฟิกไปจนถึงมหาสมุทรแอตแลนติก บางจุดหนาถึง 2
ไมล์ พัดน้ำแข็งกัดเซาะและคว้านภูมิประเทศนี้จนกลายเป็นทะเลสาบ
เกรตเลกในปัจจุบัน เมื่อน้ำแข็งละลาย น้ำที่ขังอยู่บริเวณขอบทาง
ทิศใต้ของพัดน้ำแข็งลอเรนไทด์จะไหลออกมา ทำให้เกิดร่องน้ำใหม่
กัดเซาะแพะหินธารน้ำแข็ง กลายเป็นปรากฏการณ์น้ำตื้นตาตื้นใจ
อย่างน้ำตกไนแอการา¹¹

น้ำที่ขังอยู่ในพืดน้ำแข็งพื้นทวีปนี้และเพื่อนบ้านใกล้เคียงในยุโรปตอนเหนือมาจากแหล่งน้ำในมหาสมุทร ระดับน้ำทะเลทั่วโลกต่ำกว่าปัจจุบันประมาณ 120 เมตร ดังนั้นเมื่อน้ำแข็งเพิ่มขึ้น จึงเผยให้เห็นพื้นทะเลตื้น เกิดสิ่งที่เรียกว่า “สะพานแผ่นดิน” เชื่อมทวีปอะแลสกาจากอเมริกาเหนือ แต่สะพานดังกล่าวเชื่อมสัตว์ป่าในอะแลสกากับชุมชนในเอเชียทางตะวันตก บนผืนแผ่นดินเดียวกันที่ยาวครึ่งหนึ่งของเส้นรอบวงโลก ช่องแคบแบริ่งซึ่งเป็นผืนน้ำที่แยกอะแลสกาจากชุกอตกาในตะวันออกไกลของรัสเซียในปัจจุบันนั้นแห้งและน่าอยู่และเป็นที่มาของชื่อเขตภูมินิเวศแบริ่งเจีย แบริ่งเจียอาจเป็นดินแดนที่หนาวเย็นในฤดูหนาว แต่จะสว่างและอบอุ่นในช่วงเดือนที่อากาศร้อนขึ้น พุ่มหญ้าที่เต็มไปด้วยดอกไม้ป่าจะบานสะพรั่งตลอดฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อน ต้นไม้ส่วนใหญ่เป็นไม้พุ่ม ต้นหลิวเตี้ยๆ วาดอักษรวิจิตรไม่เป็นคำตามสายลมด้วยช่อดอกบานสะพรั่งราวกับปลายพู่กัน ขณะที่ต้นเบิร์ชแคระกำบังนกสายฟ้าไว้ ด้านบนมีฝูงห่านหิมะตีปีกและส่งเสียงร้องตลอดทางออกสู่ทะเล ในฤดูใบไม้ร่วง แบริ่งเจียส่วนที่ไม่ถูกภูมิอากาศเล่นงานจะเปล่งประกายสีทองอร่ามเมื่อต้นคอตตอนวูดและแอสเพนเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ตัดกับสีเขียวอมน้ำเงินของต้นสปรูซสูง พื้นที่ราบต่ำเหล่านี้เป็นแหล่งหลบภัยของพืชและสัตว์หลายสปีชีส์ โลกบริเวณนี้มีภูมิอากาศดีกว่าและรุนแรงน้อยกว่า สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถทนต่อความหนาวเย็นในยุคน้ำแข็งยาวนานอยู่ที่นี่ได้บางแห่ง มอสสแฟกนัมที่ขึ้นตามหนองบึงจะแพร่พันธุ์ออกมา บางแห่ง

เสกทุ่งสีเงินจะปล่อยกลีบอบอวลออกมาภายใต้เสียงก๊อบแท้วของควายไบซัน¹²

พื้นที่ทั้งหมดของสะพานแผ่นดินแบริงเจียนซึ่งจะจมลงในทะเล รวมถึงผืนดินทางตอนเหนือของดินแดนที่จะกลายเป็นรัสเซีย มีขนาดกว้างใหญ่ ขนาดเท่ากับรัฐแคลิฟอร์เนีย ออริกอน เนวาดา และยูทาห์รวมกัน เขตภูมิณิเวศนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของไบโอมขนาดใหญ่ ภูมิประเทศที่ประกอบด้วยชุมชนพืชและสัตว์ที่ใกล้เคียงกัน และมีสภาพอากาศที่ค่อนข้างคงเส้นคงวา อาณาเขตของมันเริ่มจากแบริงเจียนตะวันออกและสิ้นสุดที่ชายฝั่งมหาสมุทรแอตแลนติกของไอร์แลนด์ จากกลางที่ราบแบริงเจียนที่เปิดโล่ง ขึ้นไปถึงเนินเขาในอะแลสกา อากาศจะเย็นและแห้ง พืชจะเตี้ยลงและแข็งแรงขึ้น แต่ทุ่งหญ้าก็ยังคงแผ่ขยายต่อไป ทางตะวันออก ขอบเนินทรายริมแม่น้ำอีกปีกูปกบออาณาเขตระบบนิเวศต่อเนื่องเป็นผืนเดียวกันที่ใหญ่ที่สุดที่โลกเคยเห็นมา ทุ่งแมมมอธสเตปป์ (mammoth steppe)¹³

ทุ่งสเตปป์แห่งนี้ยังคงดำรงอยู่ได้เพราะความต่อเนื่องเป็นปีกแผ่นนี้เอง รูปแบบสภาพภูมิอากาศในยุคน้ำแข็งนั้นไม่แน่นอน อาจแตกต่างกันมากในแต่ละปี ถ้าคุณตอกหมุดเดินทับบนพื้นดินที่ไม่แน่นอน และตั้งค่ายพักแรมในสถานที่แห่งหนึ่งเป็นเวลาหลายปี จะดูเหมือนว่าประชากรในพื้นที่ผ่านวัฏจักรขึ้นลงแตกต่างกันสุดขั้ว ปีหนึ่งสภาพภูมิอากาศและพืชพันธุ์อาจเอื้ออำนวยต่อมา ต่อมาอาจเป็นปีของควายไบซัน แมมมอธ และอื่นๆ เนื่องจากทุ่งแมมมอธสเตปป์ต่อเนื่อง

เป็นผืนเดียวกัน สายพันธุ์ต่างๆ จึงสามารถย้ายถิ่นฐานไปตามสภาพอากาศที่เหมาะสมและอยู่ในขอบเขตนิเวศของตนได้ ในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเคลื่อนที่จึงมีความสำคัญต่อการอยู่รอดในระยะยาว บนผืนทวีปนี้จะมีที่หลบภัยอยู่ที่ไหนสักแห่งเสมอ ตลอดแนวอาร์กติกสูง มีรูปแบบการสูญพันธุ์เฉพาะที่ซ้ำๆ ตามด้วยการกลับจากที่หลบภัยดังกล่าวเพื่อมาตั้งถิ่นฐานใหม่ แม้แต่ในปัจจุบัน สัตว์กินพืชขนาดใหญ่ที่สุดในเขตอาร์กติกอย่างกวางเรนเดียร์และไซกาก็มีส่วนร่วมในการอพยพย้ายถิ่นไกลที่สุดในโลก ในพื้นที่อื่น เช่น ทุ่งสเตปป์มองโกเลีย ซึ่งมีสภาพแวดล้อมเหมือนแบริงเจียที่มนุษย์ด่อนแพะและปศุสัตว์อื่นๆ สภาพอากาศยังคงไม่แน่นอน อุณหภูมิในฤดูหนาวแต่ละปีของพื้นที่นั้นคาดเดาไม่ได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้ทุ่งสเตปป์ในมองโกเลียอบอุ่นและแห้งแล้งมากขึ้น ทุ่งหญ้าจึงงอกงามน้อยลง ทำให้พื้นที่ที่ฝูงสัตว์กินอาหารได้มีจำกัด เนื่องจากระยะทางการอพยพมีจำกัดยิ่งขึ้น ผู้คนจึงเสี่ยงต่อฤดูหนาวที่รุนแรงในรูปแบบต่างๆ เช่น มีหิมะมากจนสัตว์กินหญ้าไม่ได้ มีหิมะไม่พอเป็นน้ำดื่ม พื้นดินเป็นน้ำแข็ง ลมหนาว สภาพอากาศเหล่านี้สามารถทำลายล้างประชากรฝูงสัตว์และทางทำมาหากินของคนเลี้ยงสัตว์ได้ ในสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน ความสามารถในการย้ายรกรากไปอยู่ที่อื่นถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับทั้งสัตว์ป่าและมนุษย์ เมื่อเกิดภาวะโลกร้อนในยุคปัจจุบัน วิถีชีวิตดังกล่าวก็ตกอยู่ในอันตราย ในแบบที่สะท้อนถึงการล่มสลายของทุ่งแมมมอธสเตปป์โดยตรง¹⁴

ความเป็นปึกแผ่นของแบริงเจียจะถูกทำลาย ในที่สุด ระดับน้ำทะเลจะสูงขึ้น ประมาณ 11,000 ปีก่อนปัจจุบัน พืดแบริงเจียจะจมลง พืดสเตปป์ที่รายล้อมโลกจะถูกตัดออกเป็นส่วนๆ ที่เล็กลงและเชื่อมต่อกันน้อยลง เนื่องจากป่าไทกาอันกว้างใหญ่ที่มีต้นสนและต้นลาร์ชขยายขึ้นไปทางเหนือ พืดทุนดราเคลื่อนตัวลงได้ อากาศอบอุ่นขึ้น และการอพยพระยะไกลระหว่างพื้นที่ที่เอื้อต่อสปีชีส์ที่ปรับตัวให้เข้ากับความหนาวเย็นนั้นเป็นไปได้อีกต่อไป การอพยพไม่สามารถรักษาประชากรไว้ได้หากไม่มีที่ไป หากสูญพันธุ์ไป ก็ไม่มีกลุ่มรอดชีวิตที่จะมาชดเชยสิ่งมีชีวิตที่ตายไป ด้วยเหตุนี้ มันจึงสูญพันธุ์ในแต่ละพื้นที่และในที่สุดก็สูญพันธุ์ไปทั่วโลก กลุ่มอื่นๆ อาจยังไปต่อได้แต่จะต้องลดอาณาเขต ในอะแลสกา จากบรรดาสายพันธุ์ที่เคยเดินท่องทุ่งแมมมอสเตปป์ มีเพียงกวางแคริบู หมีสีน้ำตาล และวัวมัสก์ที่รอดมาได้เมื่อถูกปล่อยกลับคืนสู่ธรรมชาติเท่านั้น¹⁵

เมื่อตะวันขึ้น พืดแมมมอสเตปป์ขนาดใหญ่ก็ปรากฏขึ้น แสงอาทิตย์อ่อนๆ กระทยอดเนินทรายที่ละลูก ในไม่ช้าทรายทุกเม็ดที่อยู่อีกด้านก็ทอดเงาลงมา และเนินทรายก็ส่องประกายระยิบระยับ ม้าที่นอนอยู่พ่นลมออกจมูกแล้วยืนขึ้น สะบัดตัวตื่นอย่างรวดเร็ว พวกมันไม่เคยหลับสนิทหรือหลับยาว กีบเท้าที่กว้างและดำขลับย่ำไปมาอย่างร่อนร่น ขอบกีบเท้ากางออก เพราะไม่ค่อยได้เดินในช่วงฤดูหนาว กีบเท้าจึงไม่ลึกลงและงอค่อนข้างยาว¹⁶

ภายใต้ท้องฟ้าที่แจ่มใสและสดชื่น ฤดูร้อนเริ่มปรากฏตัว เริ่มเห็นลูกม้าและน้ำแข็งละลายในทะเลสาบ และฝูงกวางแคริบูและควายไบซันเดินตบเท้ากึกก้องกลับขึ้นเหนือเพื่อหาพืชพันธุ์ที่ออกขึ้นใหม่ ฝูงแมมมอธขนาดใหญ่ก็กลับมาเช่นกัน ประชากรแมมมอธถือเป็นเกือบครึ่งหนึ่งของสัตว์กินพืชที่นอร์ธสโลป ดวงอาทิตย์ทำให้อากาศอุ่นขึ้นอย่างรวดเร็ว และฝูงม้าก็มุ่งหน้าไปทางกลุ่มเมฆต่ำที่ลอยอยู่เหนือเนินเขา หมอกที่ลอยอยู่เป็นสัญญาณว่ามีแอ่งน้ำหายาก ซึ่งเกิดจากน้ำแข็งละลายและรวมตัวกันในแอ่งน้ำที่อุ่นกว่าและมีที่กำบัง น้ำได้ดินซึ่งอยู่ในเงาเพิงละลาย แต่น้ำนิ่งในที่ราบลุ่มแม่น้ำดึงดูดสัตว์ที่กระหายน้ำ และเป็นที่อยู่อาศัยของชุมชนแมลงที่หลากหลาย ตัวด้วง (diving beetle) ตัวจิ้งจกตาย (pill beetle) และตัวดินที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแห้งแล้ง ล้วนพบได้ทั่วไปตามแม่น้ำอีกปีกลา¹⁷

เมื่อแดดออก อากาศจะดีขึ้น ไม่เพียงแต่แห้งและอุดมสมบูรณ์ขึ้นเท่านั้น แต่ยังอุ่นกว่าอะแลสกาในปัจจุบันอีกด้วย นี่อาจเป็นยุคน้ำแข็ง แต่แบริงเจียเป็นจุดที่ค่อนข้างอบอุ่น มีภูมิอากาศแบบภาคพื้นทวีป ซึ่งคล้ายกับมองโกเลียในปัจจุบัน มีความแตกต่างอย่างแท้จริงระหว่างพื้นที่ชายฝั่งทะเลและตอนในของทวีป ตลอดทั้งปี อุณหภูมิน้ำทะเลไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก จึงทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บหรือแหล่งความร้อนของผืนดินใกล้เคียง ก่อให้เกิดลมและเมฆปกคลุมซึ่งจำกัดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ตอนในของทวีป ความร้อนในฤดูร้อนจะถูกกักเก็บไว้ในดินได้ง่ายกว่า ดังนั้นภูมิอากาศแบบ

ภาคพื้นทวีปจึงยังอุ่นในฤดูร้อน ในทำนองเดียวกัน ผืนดินก็เย็นเร็ว ซึ่งทำให้เกิดฤดูหนาวหนาวเหน็บ นี่คือเหตุผลว่าทำไมเซนต์ปีเตอर्सเบิร์ก ในปัจจุบันซึ่งอยู่ริมชายฝั่ง โดยเฉลี่ยแล้วมีอุณหภูมิ 19°C ในเดือนกรกฎาคมและ -5°C ในเดือนมกราคม ขณะที่ยาคูตสค์ซึ่งอยู่ภายในทวีปและอยู่ละติจูดเหนือขึ้นไปเพียงเล็กน้อย มีอุณหภูมิเฉลี่ย 20°C ในเดือนกรกฎาคม แต่หนาวถึง -39°C ในเดือนมกราคม เขตหนาวรัสเซียในอะแลสกาสมัยโพลสโตซินมีลักษณะคล้ายยาคูตสค์มากกว่าเซนต์ปีเตอर्सเบิร์ก คือ อุ่นในฤดูร้อน หนาวในฤดูหนาว และแห้งตลอดเวลา มีแต่ทะเลที่เป็นน้ำแข็งในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้น โลกของอะแลสกาในปัจจุบันซึ่งมีเมฆตลอดเวลาและมีฝนตกปรอยๆ จึงไม่อาจก่อตัวขึ้นได้หากไม่มีหิมะและฝน ธารน้ำแข็งก็ไม่สามารถก่อตัวได้เช่นกัน นั่นคือเหตุผลว่าทำไมมันจึงเป็นเส้นทางไร้น้ำแข็งที่เชื่อมต่อไปยังส่วนอื่นๆ ของโลก¹⁸

พืชที่งอกใหม่เข้ามาทดแทนหญ้าแห้ง และฝูงม้ามุ่งหน้าไปทางตะวันตก พวกมันไม่เคยออกห่างจากกลุ่มเพราะกลัวสัตว์ผู้ล่า ผลัดกันกินอาหารและเผ่ายาม แต่หลังจากฤดูหนาวที่ซบเซา ขอบเขตของพวกมันขยายออกเป็นหลายร้อยตารางกิโลเมตรอีกครั้ง เมื่อฝูงม้าขึ้นไปถึงยอดสูง พวกมันก็เกิดอาการตื่นตระหนกเล็กน้อยและจับกลุ่มอารักขารอบลูกม้าโดยสัญชาตญาณ ตรงขอบฟ้ามีแถบทุ่งสีเขียวระหว่งเนินได้เท่ากับท้องฟ้า มีหิมะน้ำสั่นยักษ์ตัวหนึ่งเคลื่อนตัวอยู่

เมื่อเทียบกับหิมะน้ำตาลแล้ว ต่อให้เป็นหิมะกริชสีตัวใหญ่ที่สุด

หมีน้ำสั้นยักษ์ (*Arctodus simus*) ก็ตัวใหญ่มาก หมีน้ำสั้นอะแลสกา ตัวใหญ่ที่สุดหนักกว่าหนึ่งตัน ซึ่งหนักกว่าเสือโคร่งไซบีเรียผู้ล่าที่ใหญ่ที่สุดบนบกในปัจจุบันถึงสามเท่า และหนักกว่าหมีกริลล์ตัวผู้ที่โตเต็มวัยถึงสี่เท่า น้ำสั้นสมชื่อของมันและก้าวขายาว ส่วนหนึ่งเป็นภาพลวงตาที่เกิดจากสัดส่วน หมีมีหลังสั้นโค้ง และขากรรไกรเล็ก และเมื่อเทียบสัดส่วนของหมีสีน้ำตาลกับหมีน้ำสั้น ลักษณะเหล่านี้ก็เด่นชัดขึ้นแน่นอนว่าหมีขั้วโลกซึ่งเป็นหมีตัวใหญ่ที่สุดในปัจจุบันมีจมูกยาว แต่ดูเหมือนว่านี่เป็นการปรับตัวเพื่อให้เข้ากับอาหารที่มีแต่เนื้อเท่านั้น หมีน้ำสั้นยักษ์ไม่ค่อยพบบ่อยในเขตนอร์ธสโปล และเรายังไม่ค่อยเข้าใจพฤติกรรมของมัน จนถึงเมื่อไม่นานมานี้เชื่อกันว่าขายาวของมันอาจปรับมาเพื่อวิ่ง ซึ่งหมายความว่าหมีน้ำสั้นยักษ์เป็นผู้ล่าขนาดใหญ่ที่ไล่ล่าเหยื่อ รวบรวมหมาป่าทั้งฝูงไว้ในสัตว์น่าสะพรึงเพียงตัวเดียว บ้างกล่าวถึงความสัมพันธ์อันใกล้ชิดระหว่างหมีน้ำสั้นยักษ์กับหมีแวนที่อาศัยอยู่บนต้นไม้ซึ่งกินพืชเป็นส่วนใหญ่ และบรรยายว่าหมีน้ำสั้นยักษ์เป็นสัตว์กินพืชที่เชื่อง เป็นยักษ์ที่เดินไปมาคุ้ยเขี่ยหาอาหาร ยังมีคนอีกกลุ่มหนึ่งที่เชื่อว่าหมีน้ำสั้นยักษ์เป็นสัตว์กินซาก ดำรงชีวิตเหมือนปรสิตร่างก้ามที่ขโมยซากสัตว์จากสัตว์กินเนื้อชนิดอื่นที่ล่าเหยื่อมาได้ แต่ความจริงแล้วน่าจะใกล้เคียงกับหมีสีน้ำตาลตัวใหญ่ที่กินทั้งเหยื่อขนาดเล็กใหญ่และพืชรวมกัน¹⁹

อย่างไรก็ตาม จากประชากรหมีน้ำสั้นยักษ์ทั้งหมดในอเมริกา ตั้งแต่อะแลสกาไปจนถึงฟลอริดา มีแนวโน้มสูงที่สายพันธุ์ในแบริงเจีย

จะกินเนื้อ เมื่อพืชพรรณบนพื้นดินหายไปมากในฤดูหนาว หมีที่กินอาหารหลากหลายมีแนวโน้มที่จะล่าเหยื่อและกินซากสัตว์ ด้วยขนาดที่ใหญ่โตของมัน หมีหน้าสั้นยักษ์ที่โตเต็มวัยสามารถครอบครองพื้นที่ล่าเหยื่อได้และกีดกันไม่ให้ผู้ล่าอื่นๆ เข้ามาใกล้เกินไป หมีเลี้ยงอย่างขยับไพล่ไปยังบ่อน้ำตรงที่ซากส่งกลิ่นเหม็นน่าของแมมมอธขนปุยตัวใหญ่ที่ตายจากความหนาวเย็น นำยินดีกับโชคครั้งนี้ หมีใช้อุ้งเท้าที่กว้างและทรงพลังตะกุกชนแมมมอธที่ตายแล้วเพื่อลอกขนออกจนเผยให้เห็นเนื้อที่เหนียวแน่น เป็นงานที่ต้องใช้เวลาและแรงงานมาก หนึ่งแมมมอธหนาและปกคลุมด้วยขนหนาสองชั้น แม้จะตายแล้วแต่สัตว์ยักษ์ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของสมัยไพลสโตซีนก็ยังคงดูเล็กเมื่อเทียบกับสัตว์ที่กินมัน แมมมอธอาจสูงถึง 3 เมตรเมื่อวัดจากไหล่ แต่เมื่อหมีหน้าสั้นยักษ์ตัวใหญ่ที่สุดยืนบนขาหลัง ก็สามารถยัดตัวสูงขึ้นไปอีก 1 เมตร²⁰

หมีเป็นสัตว์ที่ทรงพลังและน่ากลัว ทุกที่ที่มนุษย์อาศัยร่วมกับหมีสีน้ำตาลก็มีตำนานเล่าขาน ตำนานการเกิดประเทศเกาหลีเล่าว่าเป็นเพราะหมีตัวหนึ่งอดทนและพอใจที่จะกินแต่กระเทียมป่าและจิงจูฉ่าย ซึ่งเป็นขึ้นฉ่ายชนิดหนึ่งในสกุล *Artemisia* เป็นเวลา 100 วัน พืชทั้งสองชนิดนี้พบได้ในทุ่งแมมมอธสเตปป์ในยูเรเชีย แม้แต่ชื่อเรียกหมีก็ยังดั่งเสียงๆ ในทุกที่ที่มนุษย์และหมีอยู่ร่วมกัน ตามทฤษฎีภาษาศาสตร์ที่เรียกว่าเสียงคำต้องห้าม (Taboo deformation) โดยหลีกเลี่ยงชื่อ “ที่แท้จริง” เพื่อป้องกันไม่ให้สัตว์ชนิดนี้ปรากฏตัว ชาวรัสเซียที่เคารพยำเกรงหมีและถือว่าหมีเป็นสัญลักษณ์ประจำชาติแทน

พลังอำนาจและไหวพริบ เรียกหมีว่า เมดเวดี (*medvědi*) หรือ “ตัวกินน้ำผึ้ง” ภาษากลุ่มเจอร์แมนิก รวมถึงภาษาอังกฤษ ใช้คำที่แผลงมาจาก *bruin* ที่แปลว่า “สัตว์สีน้ำตาล” ทั่วโลกใช้คำเลียงเรียกหมีว่า “ปู” หมีเหล่านี้คือหมีสีน้ำตาล ซึ่งเป็นบรรพบุรุษของหมีกริซลีในอเมริกาเหนือ เช่นเดียวกับมนุษย์ซึ่งอพยพมาจากยูเรเชีย หมีเหล่านี้เพิ่งมาถึง ดินทองทั่วดินแดนแห่งนี้และพบกับหมีหน้าสันยักษ์²¹

ทั่วทุ่งแมมมอธสเตปป์ เมื่อฝูงสัตว์กินพืชจำนวนมากมารวมตัวกัน เกิดเป็นภาพชุมชนที่อุดมสมบูรณ์ มีกฎพื้นฐานบางข้อที่ทุกระบบนิเวศต้องปฏิบัติตาม พลังงานซึ่งมักได้จากแสงแดดหรือจากการย่อยสลายของแร่ธาตุซึ่งไม่พบบ่อย ต้องไหลเวียนเข้าสู่ระบบนิเวศเพื่อทดแทนสิ่งที่สูญเสียไปจากกิจกรรมและการเสื่อมสลาย สิ่งมีชีวิตที่เข้าถึงพลังงานนี้คือผู้ผลิต ส่วนสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถเข้าถึงพลังงานได้คือผู้บริโภคซึ่งกินสิ่งมีชีวิตอื่นเพื่อความอยู่รอด ยิ่งผู้ผลิตผลิตพลังงานได้มากเท่าไร ผู้บริโภคก็ยิ่งได้รับประโยชน์มากขึ้นเท่านั้น ทุ่งสเตปป์แบริงเจียผลิตพลังงานได้มากอย่างน่าทึ่ง ในเขตเหนือสุดของไซบีเรียซึ่งสภาพไม่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีพ สัตว์ประมาณ 10 ตัว ซึ่งเทียบเท่ากับกวางแคริบูประมาณ 100 ตัว ได้รับการเกื้อหนุนในพื้นที่ทุกตารางกิโลเมตร มากกว่าที่สิ่งมีชีวิตในพื้นที่หนาวเย็นพอๆ กันได้รับในปัจจุบันมาก จำนวนผู้ล่าในระบบนิเวศมีน้อยกว่าจำนวนผู้ผลิตเสมอในฤดูร้อนในเขตนอร์ธสโปล จำนวนผู้ล่ามีน้อยจนถึงขีดสุด เพียงร้อยละ 2 ของสัตว์ทั้งหมดที่นี้เป็นสัตว์กินเนื้อ²²