

บทที่ 10

ประชากร

มโนทัศน์ที่อาจกล่าวได้ว่าเป็นหัวใจของวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมคือประชากร เมื่อใช้ศัพท์คำนี้ตามความเข้าใจทั่วไปหมายถึงกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เป็นชนิดเดียวกัน แต่ถ้าถามต่อไปว่าจำนวนสิ่งมีชีวิตในประชากรนั้นมีมากน้อยเพียงใด และอยู่ในพื้นที่มากน้อยเพียงใด อาจต้องใช้ความคิดมากขึ้นในการตอบคำถามนี้ เพราะสิ่งมีชีวิตที่หายากที่เรียกว่า rare species เช่น blind cave salamander ประชากรทั้งหมดอาศัยอยู่ในถ้ำเดียว ซาลาแมนเดอร์แต่ละตัวเป็นส่วนหนึ่งของประชากรอย่างเห็นได้ชัด แต่ในกรณีที่สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งอยู่แยกกันเป็นกลุ่มในหลายห้องที่ซึ่งการไปหาสู่กันระหว่างแต่ละกลุ่มหรือการอพยพจากกลุ่มหนึ่งไปอีกกลุ่มหนึ่งเป็นไปได้ ในกรณีนี้ประชากรหมายถึงกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในห้องที่หนึ่ง จะเห็นว่าการให้คำจำกัดความของประชากรยากขึ้นถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นอยู่กระจายในพื้นที่กว้างขวางโดยมีระยะทางเป็นอุปสรรคในการไปมาหาสู่กัน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดได้แก่ เสือโคร่ง คน ม้าลาย ตามตัวอย่างที่ยกมานี้วิธีการให้คำจำกัดความที่มีความหมายดีสำหรับศัพท์ประชากรจำเป็นต้องคิดถึงผลที่สมาชิกแต่ละชีวิตมีต่อกัน สมาชิกในกลุ่มเดียวกันในห้องที่เดียวกันจึงสามารถสร้างผลที่มีต่อกันได้ ดังนั้นประชากรจึงต้องประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่มีปฏิริยาต่อกันที่เรียกว่า interacting individuals ผลหรือปฏิริยาที่สมาชิกชนิดเดียวกันในแต่ละกลุ่มสามารถมีต่อกันได้คือการผสมพันธุ์ในกลุ่มเดียวกัน สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่ถูกแยกกันโดยระยะทางเป็นเครื่องกีดขวางก็ไม่สามารถมีศักยภาพในการผสมพันธุ์กัน จึงเป็นประชากรต่างกลุ่มกัน

จำนวนสมาชิกของประชากรต่อพื้นที่คือความหนาแน่นของประชากร (population density) ถ้าความหนาแน่นของประชากรเพิ่มขึ้นผลที่ตามมาคือความต้องการอาหารที่อยู่อาศัยและปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตเพิ่มขึ้นเมื่อความต้องการในสิ่งที่ไม่ต่างกันเกิดขึ้นสิ่งที่ติดตามมาคือการแข่งขัน (competition) การแข่งขันระหว่างสมาชิกสองชีวิตหรือมากกว่าเกิดขึ้นเมื่อทรัพยากรที่ต้องการมีน้อย การแข่งขันมีผลต่อสมาชิกของประชากรทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ผลในระยะสั้นบางที่เรียกว่า ecological effect ผลระยะยาว

บางที่เรียกว่า evolutionary effect ในผลทั้งสองประเภทนี้ต้องมีการต่อสู้เพื่อการอยู่รอดซึ่งสมาชิกบางชีวิตชนะและต้องมีสมาชิกที่แพ้

ผลในระยะสั้นที่สำคัญต่อประชากรมี 4 ประเภทคือการเกิด การอยู่รอด หรือ อัตราการเจริญของประชากรลดลง หรืออัตราการอพยพออกเพิ่มขึ้น

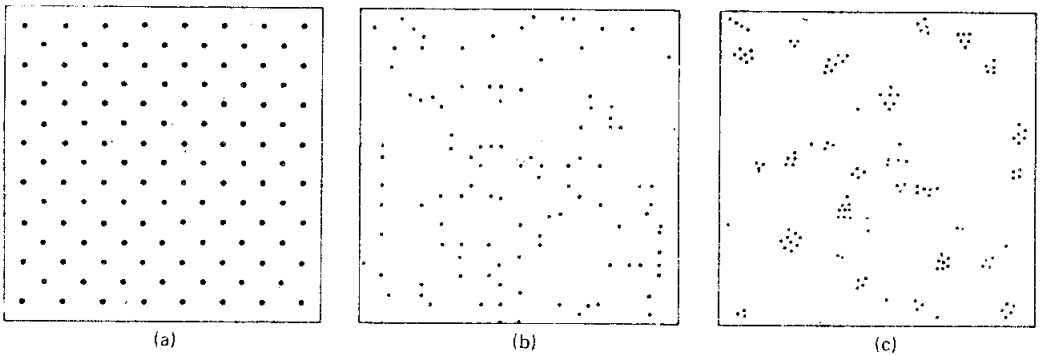
การแข่งขันมีผลในระยะยาวต่อการวิวัฒนาการของประชากร พวกที่แพ้อาจอายุสั้นลงเนื่องจากขาดอาหารและโอกาสที่จะสืบพันธุ์ก็น้อยลงด้วย ส่วนพวกที่ชนะโอกาสสืบพันธุ์ให้ลูกจำนวนมากก็สูง โอกาสถ่ายทอดพันธุกรรมของตนเองไปยังลูกรุ่นต่อไปก็สูง ดังนั้นพวกที่ชนะอยู่รอดจากการแข่งขันจึงเป็นพวกที่ทำให้ประชากรอยู่เป็นกลุ่มต่อไปด้วยความมั่นคง

ที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นพื้นฐานเบื้องต้นทางชีววิทยาในเรื่องของประชากร สิ่งที่จะพิจารณากันต่อไปในบทนี้ได้แก่ลักษณะทางนิเวศวิทยาของประชากร และปัญหาที่เป็นผลสืบเนื่องจากการเพิ่มของประชากร

การกระจายของประชากร

การประเมินความหนาแน่นประชากรสัตว์โดยคำนวณจำนวนสัตว์ต่อพื้นที่บางที่ก็ไม่ถูกต้องนักเพราะสัตว์ชนิดนั้นอาจไม่ได้อยู่กระจายไปทั่วท้องที่ บางแห่งอาจมีสัตว์อยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ บางแห่งอาจไม่มีสัตว์เลย ตามทฤษฎีแล้วการกระจายของสมาชิกของประชากรมีลักษณะการกระจาย 3 แบบ คือ การกระจายแบบมีแบบแผน (uniform) การกระจายแบบตามเรื่องหรือแบบสุ่ม (random) และการกระจายแบบเป็นกลุ่มหรือเป็นหย่อม (clump) การกระจายแบบแรกเชื่อว่าพบน้อยมากในธรรมชาติโดยเฉพาะพวกสัตว์ การที่สัตว์อยู่กระจายกันทั่วท้องที่โดยมีระยะห่างสม่ำเสมอเหมือนกับต้นไม้ที่ปลูกในสวนเป็นไปได้ยากเพราะสัตว์มีการเคลื่อนไหว แต่โอกาสเป็นไปได้ก็มีถ้าสัตว์นั้นมีการแข่งขันและ

มีการครอบครองพื้นที่โดยป้องกันพื้นที่ไว้ใช้เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่เรียกว่า territoriality ลักษณะการกระจายที่พบมากได้แก่แบบกลุ่มหรือหย่อม สาเหตุการอยู่รวมเป็นกลุ่มอาจเป็นเพราะความแตกต่างของท้องที่อยู่อาศัย ลักษณะการสืบพันธุ์ การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศตามฤดูกาล แต่ที่เป็นสาเหตุสำคัญที่สัตว์อยู่รวมกันเป็นกลุ่มคือ พฤติกรรมทางสังคม (social behavior) การกระจายของคนก็เป็นแบบกลุ่มเพราะพฤติกรรมทางสังคม ฐานะทางเศรษฐกิจและลักษณะของพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ การกระจายของคนสัมพันธ์กับการใช้ที่ดินและปัญหามลภาวะ



รูป 10.1 ลักษณะการกระจายตัวของ population แบบต่าง ๆ (a) uniform, (b) random และ (c) clumped (Smith, 1977)

ไม่เป็นที่ทราบกันแน่นอนว่าจำนวนประชากรโลกที่แท้จริงในปัจจุบันเป็นเท่าไรที่เป็นเช่นนี้เพราะการประเมินประชากรโลกจากบางส่วนของโลกไม่ได้ตัวเลขที่ถูกต้อง เชื่อว่าประชากรโลกในปัจจุบันมีไม่ต่ำกว่า 4 พันล้านและสองในสามของจำนวนนี้อยู่ในเอเชีย ประเทศที่ร่ำรวยซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในซีกโลกเหนือ มีประชากรน้อยกว่าหนึ่งในสามของประชากรโลก ประเทศที่จนในเอเชีย อัฟริกา และลาตินอเมริกา มีประชากรเกินกว่าครึ่งหนึ่งของประชากรโลก ความไม่สมดุลย์ทางเศรษฐกิจเห็นได้ชัดจากการเปรียบเทียบรายได้ต่อหัวของประชากรแต่ละประเทศ ประเทศที่ยากจนที่เรียกกันว่าประเทศที่กำลังพัฒนาหรือประเทศด้อยพัฒนาหรือโลกที่สามเป็นประเทศที่จนจริง ๆ การประเมินรายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรในโลกที่สามน้อยกว่า \$2,000 ต่อปี อย่างไรก็ตามรายงานของ U.S. News &

World Report, June 25, 1979 ยังมีประเทศโลกที่สี่ซึ่งเป็นประเทศที่จนที่สุดซึ่งรายได้ต่อหัวของประชาชนน้อยกว่า \$300 ต่อปี

อินเดียและจีนเป็นยักษ์ใหญ่ของเอเชียในเรื่องจำนวนประชากร ในกรณีของอินเดียนักวิชาการหลายคนคิดว่าปัญหาประชากรและการขาดแคลนอาหารเป็นสิ่งที่สุดวิสัยสำหรับการแก้ไข ถ้าจะเปรียบกับทหารที่บาดเจ็บจากการรบในสงครามก็อยู่ในประเภทที่รักษาหรือไม่รักษาก็ต้องตาย ส่วนจีนซึ่งอยู่แยกโดดเดี่ยวทางการเมืองมาเป็นเวลานานก็เริ่มเปิดประตูติดต่อกับโลกภายนอก จีนเริ่มแผ่อิทธิพลทางการเมืองในภูมิภาคเอเชียและมีบทบาททางการเมืองในระดับโลกมากขึ้น แม้ว่าเจตนาใฝ่สันติของจีนจะเป็นที่ประจักษ์ต่อสายตาของโลก แต่ที่น่าหวั่นคืออะไรจะเกิดขึ้นถ้าผู้นำสูงอายุของจีนล้มหายตายจากไป อย่างไรก็ตามในเรื่องของปัญหาประชากรจีนได้เริ่มแนะนำประชาชนให้ใช้วิธีการคุมกำเนิด สิ่งที่ต้องรอดูกันต่อไปคือการรับอิทธิพลจากต่างชาติเข้าไปในจีนจะมีผลอย่างไรต่อประเทศในภูมิภาคเอเชียและต่อมหาอำนาจต่าง ๆ ของโลก

การกระจายของคน สัตว์และพืชนอกจากจะขึ้นกับที่ว่าง (space) แล้วการกระจายยังขึ้นกับเวลา (time) การกระจายชั่วคราวที่เรียกว่า temporal distribution อาจเป็นระยะ 24 ชั่วโมง (circadian) โดยสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของวัน ฤดูกาล หรือน้ำขึ้นน้ำลง การกระจายในระยะยาวเป็นปีสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง succession และวิวัฒนาการ

การเจริญของประชากร (Population Growth)

การเจริญของประชากรไม่ว่าจะเป็นของคน สัตว์หรือพืชขึ้นอยู่กับอัตราการเกิดและการตาย การตาย (mortality) ของสิ่งมีชีวิตเกิดได้ทุกระยะตั้งแต่อยู่ในมดลูกหรือในไข่ การตายอาจแสดงได้ทั้งในรูปของโอกาสตายหรืออัตราการตาย อัตราการตายคำนวณได้โดยใช้จำนวนสิ่งมีชีวิตที่ตายในช่วงเวลาหนึ่งหารด้วยจำนวนสมาชิกทั้งหมดของประชากร

ในช่วงเวลานั้น อาจเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $d = D/Nt$ d เป็นอัตราการตาย D เป็นจำนวนที่ตาย ในช่วงเวลานั้น และ Nt เป็นจำนวนสมาชิกทั้งหมดของประชากรในช่วงเวลานั้น ในกรณีของคน อัตราการตายคิดต่อปี ตัวหารใช้จำนวนประชากรกลางปี ถ้าจำนวนประชากรโลกที่ตาย ในปี 1970 เป็น 123 ล้าน และจำนวนประชากรโลกกลางปีนั้นเป็น 3.6 พันล้านคน อัตราการตายของประชากรโลกก็เท่ากับ 123 ล้านหารด้วย 3.6 พันล้านซึ่งเท่ากับ 0.034 อัตราการตาย จึงเป็น 0.034 ต่อคน แต่ในกรณีของคน อัตราการเกิดและอัตราการตายมักแสดงเป็นตัวเลขต่อพัน ดังนั้นจากตัวอย่างนี้ อัตราการตายจึงเป็น 34 ต่อ 1000 อัตราการเกิดของคนก็คำนวณโดยวิธีทำนองเดียวกันคือใช้จำนวนที่เกิดหารด้วยจำนวนประชากรกลางปี

โอกาสตาย (probability of dying หรือ mortality rate) ประเมินได้โดยใช้จำนวนที่ตายในช่วงเวลาหนึ่งหารด้วยจำนวนประชากรที่มีชีวิตตั้งแต่เริ่มต้นของช่วงเวลานั้น เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $M = D/Nt$ M เป็นโอกาสตาย D เป็นจำนวนที่ตาย Nt เป็นจำนวนประชากรในระยะต้นของช่วงเวลานั้น แต่พวกที่มีชีวิตอยู่รอดเป็นพวกที่มีความสำคัญต่อกลุ่มประชากรมากกว่าพวกที่ตาย ดังนั้นการประเมินจำนวนปีเฉลี่ยที่จะมีชีวิตอยู่ที่เรียกว่า life expectancy จึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการคิดตารางชีวิต (life table) ตารางชีวิตเป็นสิ่งที่บริษัทประกันชีวิตใช้เป็นหลักในการเปรียบเทียบอายุของบุคคลที่จะประกันชีวิตกับบริษัท ตารางที่บริษัทประกันชีวิตใช้เป็นคอลัมน์ซึ่งที่หัวคอลัมน์มีอักษรย่อที่ใช้แทนการตายของสมาชิกในกลุ่มประชากร การตายนี้พิจารณาตามอายุของสมาชิกในกลุ่มประชากร ตารางมักเริ่มด้วยจำนวนประชากร 1,000 คนตั้งแต่เริ่มเกิด ทุกคอลัมน์มีอักษร X เป็นหน่วยของอายุ คอลัมน์แรกเป็นอายุซึ่งเริ่มตั้งแต่ 0 ไปจนถึงอายุ 85 และที่มากกว่า 85 (85+) คอลัมน์ที่สองเป็นจำนวนประชากรซึ่งเริ่มจาก 1,000 ที่อายุ 0 ปี ตัวเลขในคอลัมน์นี้จะลดลงเรื่อยเพราะหลังจากเกิดมีสมาชิกของกลุ่มประชากรตาย กล่าวได้ว่าตัวเลขในคอลัมน์นี้แสดงจำนวนสมาชิกที่มีชีวิตอยู่รอดในช่วงอายุนั้น อักษรที่ใช้สำหรับคอลัมน์นี้คือ l_x คอลัมน์ที่สาม (d_x) เป็นจำนวนที่ตายในช่วงอายุนั้น ถ้าเอาจำนวนที่ตายในช่วงอายุนั้นหารด้วยจำนวนที่อยู่รอดในช่วงอายุเดียวกันผลที่ได้เป็นอัตราการตายที่อายุนั้น (age-specific death rate) ซึ่งแสดงไว้ในคอลัมน์ที่สี่โดยใช้ตัวอักษร q_x เป็นสัญลักษณ์ คอลัมน์สุดท้าย (e_x) คืออายุที่คาดว่าสมาชิกในช่วงอายุนั้นจะมีชีวิตอยู่ได้ (life expectancy) การประเมินจำนวนปีที่คาดว่าจะมีชีวิตอยู่ทำได้โดยใช้ T_x ของช่วงอายุนั้นหารด้วย L_x ของช่วงอายุเดียวกัน L_x คำนวณได้จากการรวมสมาชิกที่มีชีวิตในช่วง

ตาราง 10.1 ตารางชีวิตมนุษย์ สหรัฐอเมริกาปี 1966 (Smith, 1977)

Age	Male				Female			
	l_x	d_x	q_x	e_x	l_x	d_x	q_x	e_x
0	1000	26	.02576	66.75	1000	20	.01997	73.86
1	974	4	.00405	67.51	980	3	.00338	74.36
5	970	2	.00253	63.78	977	2	.00183	70.61
10	968	3	.00260	58.93	975	1	.00153	65.74
15	965	7	.00730	54.08	973	3	.00295	60.83
20	958	10	.00992	49.46	971	3	.00357	56.01
25	949	9	.00938	44.93	967	4	.00440	51.20
30	940	10	.01088	40.33	963	6	.00632	46.41
35	930	14	.01520	35.74	957	9	.00911	41.69
40	916	21	.02345	31.26	948	13	.01391	37.05
45	894	33	.03716	26.94	935	20	.02104	32.53
50	861	51	.05956	22.88	915	28	.03082	28.18
55	810	75	.09216	19.16	887	40	.04501	23.99
60	735	97	.13260	15.84	847	56	.06601	19.99
65	637	124	.19505	12.86	791	84	.10673	16.22
70	513	137	.26772	10.35	707	114	.16147	12.84
75	376	132	.35064	8.22	593	146	.24644	9.81
80	244	115	.47188	6.33	447	170	.38102	7.17
85+	129	129	1.00000	4.75	276	276	1.00000	5.05

Source: Data from Keyfitz and Flieger, 1971.

ตาราง 10.2 ตารางชีวิตมนุษย์ มุริเทียสปี 1966 (Smith, 1977)

Age	Male				Female			
	l_x	d_x	q_x	e_x	l_x	d_x	q_x	e_x
0	1000	69	.06942	59.48	1000	58	.05848	63.71
1	931	26	.02824	62.89	942	27	.02917	66.64
5	904	8	.00929	60.69	914	7	.00787	64.61
10	896	5	.00564	56.23	907	3	.00361	60.10
15	891	6	.00682	51.54	904	7	.00734	55.31
20	885	6	.00646	46.87	897	13	.01416	50.70
25	879	7	.00815	42.16	884	13	.01512	46.39
30	872	9	.01067	37.49	871	15	.01724	42.06
35	863	19	.02151	32.86	856	17	.02026	37.75
40	844	22	.02646	28.53	839	16	.01898	33.48
45	822	33	.04051	24.23	823	24	.02952	29.08
50	788	59	.07459	20.14	798	30	.03792	24.89
55	730	84	.11548	16.54	768	50	.06513	20.76
60	645	114	.17648	13.36	718	68	.09432	17.02
65	531	129	.24349	10.67	650	97	.14928	13.52
70	402	138	.34330	8.29	553	115	.20811	10.44
75	264	121	.45652	6.32	438	141	.32172	7.50
80	143	72	.50084	4.62	297	143	.48035	4.85
85+	72	72	1.00000	1.89	154	154	1.00000	2.01

Source: Data from Keyfitz and Flieger, 1971.

อายุระหว่าง x และ $x+1$ ในคอลัมน์ที่สองแล้วหารด้วย 2 ส่วนค่า T_x ได้จากการรวมค่า L_x ตั้งแต่บรรทัดล่างสุดขึ้นมาจนถึงค่า L_x ของช่วงอายุนั้น ตารางชีวิตแบบนี้นอกจากใช้กับคนแล้วยังสามารถใช้กับสัตว์ได้ด้วย แต่ในกรณีของสัตว์ป่าข้อมูลเกี่ยวกับการตายและพวกที่อยู่รอดอาจหาได้ยาก อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ศึกษาหาได้จากการทำเครื่องหมายหรือติดป้ายสัตว์จำนวนหนึ่งแล้วติดตามเช็คจำนวนในช่วงเวลาหนึ่งก็จะได้ข้อมูลสำหรับคอลัมน์ที่สาม (d_x) การศึกษาตัวอย่างซากสัตว์ที่ตายแล้วประเมินอายุจากซากสัตว์เหล่านั้นก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการหาข้อมูลสัตว์ที่ตาย อายุสัตว์อาจประเมินได้จากการศึกษาฟัน เขาน้ำหนักและขนาด

กลับมาพิจารณาการเจริญของประชากรโดยเฉพาะในกรณีของประชากรมนุษย์ เมื่อทราบอัตราการเกิดและการตายต่อปีการเจริญของประชากรก็หาได้จากการเอาอัตราการตายลบออกจากอัตราการเกิด ในกรณีที่มีการอพยพเข้าหรือออกจำเป็นต้องบวกหรือลบจำนวนผู้อพยพกับจำนวนประชากร

จำนวนประชากรโลกเพิ่มขึ้นรวดเร็วเหมือนกับดอกเบี๊ยบที่งอก การเพิ่มของประชากรแบบนี้เรียกว่า exponential growth ลองคิดดูว่าถ้ามีคนเพิ่ม 20 คนต่อพันต่อปี กว่าจะมีคนเพิ่มเป็นสองพันต้องใช้เวลาราว 50 ปี ($20 \times 50 = 1000$) แต่ถ้าคิดแบบดอกเบี๊ยบที่งอกแล้วอัตราการเพิ่ม 2 เปอร์เซ็นต์ต่อปีจะได้ประชากร 2,000 คนในเวลาเพียง 35 ปี ถ้าดูกราฟการเพิ่มของประชากรโลก จะพบว่าเส้นกราฟพุ่งชันขึ้นหลังจากมีการปฏิวัติทางการเกษตรโดยใช้เครื่องทุ่นแรง ปุ๋ย เมล็ดพันธุ์ดีและเทคโนโลยีการเกษตรแบบใหม่

ปัญหาประชากรเป็นเรื่องที่ไต่กันไต่พันกันคั่นหูแต่ปัญหานี้มีใครคิดบ้างว่าเป็นปัญหาใหม่ที่คนไม่เคยมีประสบการณ์เรื่องนี้มาในอดีต เราเคยมีประสบการณ์ irruptive population ของประชากรกวางในเอริโซน่า ในห้องทดลองเราพบว่าประชากรแมลงหวี่มีการเจริญเหมือนประชากรมนุษย์ในระยะแรกแล้วในที่สุดก็ลงเอยแบบเดียวกับประชากรกวางในเอริโซน่า นักวิชาการบางคนเรียกลักษณะการเจริญและลดของประชากรแบบนี้ว่า outbreak-crash type สิ่งที่เราต้องรอดูกันต่อไปคือประชากรมนุษย์จะลงเอยเช่นเดียวกับประชากรสัตว์หรือไม่

นักวิชาการหลายคนเชื่อว่าการเพิ่มของประชากรมนุษย์เป็นสาเหตุใหญ่ของปัญหาทางเศรษฐกิจ สังคม การเมือง ทรัพยากรตลอดจนปัญหามลภาวะ ดังนั้นการบรรเทาปัญหาเหล่านี้จึงควรแก้ที่ปัญหาประชากรโดยพยายามลดการเจริญของประชากรให้เท่ากับ 0 หรืออีกนัยหนึ่งคือทำให้อัตราการเกิดเท่ากับอัตราการตาย นักวิชาการที่มีความคิดเรื่องประชากรแบบนี้อาจจัดไว้ในกลุ่ม zero growth school แนวความคิดในเรื่องการลดการเจริญของประชากรเป็นเรื่องที่ถูกและเป็นวิถีทางที่ช่วยให้ทรัพยากรธรรมชาติบางอย่างหมดช้าลง วิธีการแก้ปัญหามาตรฐานยังช่วยให้เรามีชีวิตการเป็นอยู่แบบปัจจุบันไปได้อีกราว ๓๐-๔๐ ปี แต่แนวความคิดการลดการเจริญของประชากรให้เท่ากับ 0 ก็มีจุดอ่อนที่นักวิชาการในกลุ่มโรงเรียน ความคิดอื่นโจมตีได้ในเรื่องของมลภาวะ ถ้าจำนวนประชากรเท่าเดิมแต่ชีวิตการเป็นอยู่ การผลิตและการบริโภคยังต้องเป็นแบบอุตสาหกรรมโรงงาน มลภาวะก็ยังต้องมีอยู่คู่ฟ้าต่อไป นอกเสียจากว่าขบวนการผลิตและบริโภคจะไม่มีของเสียและสารพิษ แต่โอกาสที่จะผลิตของได้อย่างบริสุทธิ์โดยปราศจากแก๊ส คาร์บอนหรือสารพิษอื่น ๆ มีน้อยมาก

กลับมาพิจารณาการเกิดการตายของประชากรตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน จะพบว่าแบบแผน (pattern) ของการเกิดและการตายของประชากรมนุษย์ต่างกันไปตามลักษณะของสังคมและกาลเวลา ในอดีตที่สังคมเป็นแบบสังคมเกษตรสมัยแรกเริ่มที่เรียกว่า primitive agricultural society การเกิดถือว่าเป็นเรื่องที่พระเป็นเจ้าประทานพรให้เพราะหมายถึงแรงงานที่เพิ่มขึ้นในครอบครัว ดังนั้นอัตราการเกิดจึงสูงแต่อัตราการตายก็สูงเช่นกันเนื่องจากขาดความรู้และเทคโนโลยีทางการแพทย์ โรคภัยไข้เจ็บและอุบัติเหตุจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ลดการเจริญของประชากร จำนวนประชากรของสังคมแบบนี้จึงเติบโตช้า ต่อมาเมื่อการแพทย์และสุขศาสตร์ก้าวหน้าอัตราการตายก็ลดลง การเจริญของประชากรจึงเพิ่มขึ้น ประชากรของอินเดียมีจำนวนค่อนข้างคงที่มาเป็นเวลานาน ต่อมาเมื่ออังกฤษได้อินเดียเป็นอาณานิคมจึงนำการแพทย์ตลอดจนเทคโนโลยีการขนส่งเข้าไป เป็นเหตุให้การเจริญของประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การเจริญของประชากรอย่างรวดเร็วเห็นได้ชัดในประเทศที่กำลังพัฒนาซึ่งสังคมเปลี่ยนจากการเกษตรสมัยแรกเริ่มมาเป็นสังคมอุตสาหกรรม เมื่อสังคมพัฒนาไปเป็นสังคมอุตสาหกรรมแล้ว การเจริญของประชากรก็เริ่มลดลงเพราะการเกิดไม่ใช่พรที่พระเจ้าประทานให้ แต่กลับหมายถึงภาระที่พ่อแม่ต้องรับเลี้ยงดูส่งเสียให้เล่าเรียนตามความจำเป็นของวัฒนธรรม การแต่งงานของชายหญิงก็ช้าลงเนื่องจากความจำเป็นของการศึกษาและ

งานอาชีพที่มีส่วนสัมพันธ์กับการศึกษา ขนาดของครอบครัวก็เล็กลง ครอบครัวที่มีลูกเกินสองคนมีจำนวนน้อย ขณะเดียวกันการแพทย์ที่สามารถยืดอายุคนให้ยาวขึ้นก็มีส่วนทำให้อัตราการตายลดลง อัตราการเกิดและการตายจึงค่อนข้างสมดุล ลักษณะของสังคมของประเทศที่พัฒนาแล้วจึงมีการเจริญของประชากรต่ำซึ่งในหลายประเทศอัตราการเจริญของประชากรเท่ากับ 0

โครงสร้างอายุ (Age Structure)

เป็นไปได้ที่ประชากรจะมีอายุเท่ากันหมดวันเสียแต่ว่าประชากรนั้นเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีอายุสั้นและสืบพันธุ์เป็นฤดูกาลเช่น พืชอายุปีเดียว สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีอายุสั้น ในนาข้าวแปลงหนึ่งต้นข้าวมีอายุเท่ากันหมดได้เพราะปลูก แยกกล้าปักดำเวลาเดียวกันหมด แต่ในกรณีที่สิ่งมีชีวิตนั้นอายุยืนยาวหลายปีและสืบพันธุ์โดยไม่มีฤดูกาลอย่างคน โอกาสที่ประชากรจะมีอายุเท่ากันหมดเป็นไปได้ยาก ดังนั้นในกลุ่มประชากรจึงมีเด็กตั้งแต่ทารกไปจนถึงคนแก่ เราคงเคยได้ยิน “ช่องว่างระหว่างวัย” ที่ฝรั่งเรียกว่า generation gap สาเหตุของเรื่องนี้เกิดจากความแตกต่างระหว่างอายุของประชากร

ตามทฤษฎีแล้วประชากรที่สืบพันธุ์ให้ลูกได้ตลอดเวลาจะมีลักษณะการกระจายของอายุสมาชิกในกลุ่มประชากรค่อนข้างคงที่ กล่าวคืออัตราส่วนของสมาชิกที่มีอายุในช่วงเดียวกันมักคงที่ถ้าไม่มีการอพยพเข้าออกและไม่มีการเปลี่ยนแปลงของประชากร อย่างไรก็ดีองค์ประกอบของอายุประชากรจะกลับมาสู่ลักษณะคงที่แบบเดิมเมื่อเหตุการณ์ผิดปกติดังกล่าวผ่านพ้นไปแต่ต้องใช้เวลาระยะหนึ่ง ถ้าองค์ประกอบอายุของประชากรเปลี่ยนไปโดยไม่มีเหตุการณ์ผิดปกติดังกล่าวเกิดขึ้นแสดงว่าอัตราการเกิดหรืออัตราการตายหรือช่วงเวลาที่เหมาะสมกับประชากรมีชีวิตอยู่ได้ต้องเปลี่ยนแปลง

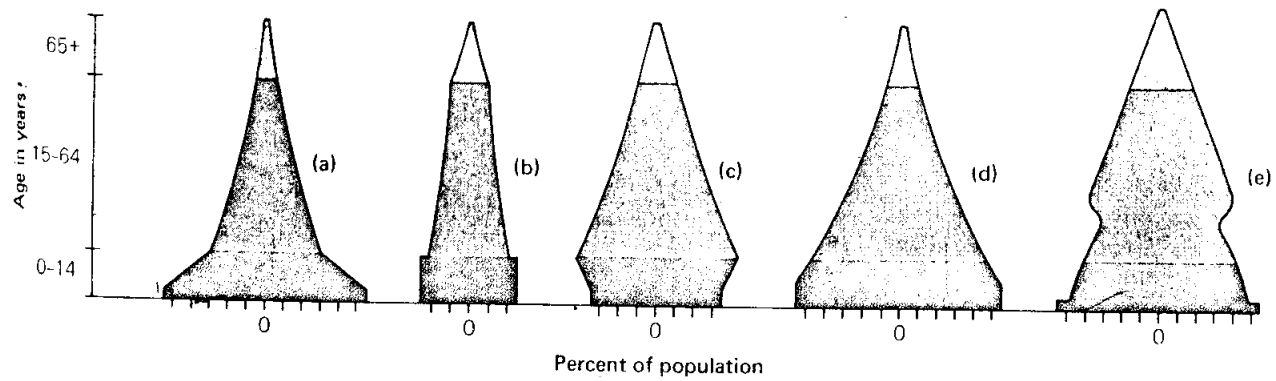
โครงสร้างอายุของประชากรมักถูกแสดงให้เห็นกันในรูปของปิระมิดอายุ (age pyramid) ซึ่งแสดงอัตราส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ของอายุสมาชิกเป็นกลุ่ม (age group) ปิระมิดอายุของประชากรที่เจริญเติบโตมีฐานกว้างเพราะมีสมาชิกอายุน้อยเป็นจำนวนมาก เมื่อสมาชิก

อายุน้อยเติบโตจนสืบพันธุ์ได้และถ้ายังสืบพันธุ์ให้ลูกมากเช่นเดียวกับพ่อแม่ กลุ่มสมาชิกที่อายุน้อยก็จะมากขึ้นไปอีกทำให้ส่วนฐานของปิระมิดกว้างออกไปอีก ขณะเดียวกันสมาชิกที่มีอายุมากก็มีน้อย ส่วนปลายของปิระมิดจึงแหลม ลักษณะปิระมิดอายุแบบนี้พบในกลุ่มประเทศโลกที่สามและโลกที่สี่ ถ้าประชากรมีอัตราการเจริญพันธุ์น้อยปิระมิดจะมีฐานแคบเนื่องจากสมาชิกที่อายุน้อยมีจำนวนไม่มาก ประชากรส่วนใหญ่เป็นผู้ใหญ่แต่ยังไม่อยู่ในวัยชรา ปิระมิดอายุแบบนี้ได้แก่ประชากรของสหรัฐอเมริกาและชาติยุโรปตะวันตก

ที่เป็นประโยชน์อีกประการหนึ่งของโครงสร้างอายุคืออัตราส่วนประชากรที่ช่วยตัวเองไม่ได้ (dependency ratio) ประชากรที่ช่วยตัวเองไม่ได้ได้แก่เด็กและคนชรา ในกรณีของคนอัตราส่วนนี้ประเมินได้โดยรวมจำนวนประชากรที่มีอายุน้อยกว่า 20 ปีกับจำนวนประชากรที่มีอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไปแล้วหารด้วยจำนวนประชากรที่มีอายุระหว่าง 20-64 ปี อัตราส่วนประชากรที่ช่วยตัวเองไม่ได้ช่วยให้เราประเมินค่าใช้จ่ายในการศึกษา ค่าใช้จ่ายในการรักษาสุขภาพ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ของเด็กและคนชราที่ประชากรที่ช่วยตัวเองได้ต้องรับภาระ การเปลี่ยนแปลงของอัตราประชากรที่ช่วยตัวเองไม่ได้ขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดและการตายของประชากร

อัตราส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างอายุประชากรอีกอย่างหนึ่งคืออัตราส่วนการเพาะพันธุ์ (fertility ratio) ในกรณีของคนอัตราส่วนนี้หมายถึงจำนวนลูกที่เกิดต่อจำนวนผู้หญิง 1,000 คนที่มีอายุระหว่าง 20-44 ปี อัตราส่วนนี้บอกให้ทราบถึงอัตราการเกิดและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอายุได้ดีพอสมควร

โครงสร้างอายุมักไม่ค่อยใช้ในการศึกษาพืช ในการศึกษาคอมมิวนิตีพืชข้อมูลที่นักนิเวศวิทยาใช้คือพื้นที่หน้าตัดของลำต้นพืช (basal area) ซึ่งหาได้โดยการวัดเส้นรอบลำต้นพืชที่ความสูงประมาณ 4.5 ฟุตจากพื้นดิน ส่วนอายุของพืชประเมินได้จากการใช้เครื่องเจาะลำต้นแล้วเอาเนื้อไม้มานับวงปี



รูป 10.2 แผนภาพโครงสร้างอายุแบบต่าง (a) ฐานกว้างแสดงว่าประชากรในวัยเด็กและหนุ่มสาวมีมาก (b) แสดงว่าการเจริญของประชากรมีน้อย (c) ฐานแคบแสดงว่าอัตราการเกิดลดลง (d) อัตราการตายกำลังลดลง (e) อัตราการเกิดเคยน้อยมาระยะหนึ่ง

กลไกที่ควบคุมประชากร

ได้กล่าวในตอนต้นบทและในบทสัตว์ป่าแล้วว่าไม่มีประชากรใดที่เพิ่มโดยไม่มีการหยุดยั้ง ถ้าประชากรเพิ่ม ไม่ช้าก็เร็วประชากรต้องลดการเจริญเติบโตหรือไม่ก็หยุด สิ่งที่ทำให้การเจริญของประชากรลดลงจนมีจำนวนคงที่หรือสมดุลย์กับทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมอาจเกิดจากอิทธิพลภายในประชากรหรือจากภายนอกกลุ่มประชากร ตามทฤษฎีจำนวนประชากรจะเพิ่มหรือลดจนอยู่ในภาวะสมดุลย์ได้สามลักษณะคือ

(1) หลังจากจำนวนประชากรเพิ่มจนถึงความหนาแน่นประชากรระดับหนึ่งแล้ว จำนวนประชากรจะเพิ่มหรือลดในลักษณะที่คงที่ กล่าวคือเพิ่มหรือลดลงอยู่ในช่วงหนึ่งที่ฝรั่งเรียกว่า fluctuate between some upper and lower limits.

(2) ประชากรจะเพิ่มและลดในช่วงที่กว้างที่ฝรั่งเรียกว่า fluctuate widely โดยไม่มีลักษณะคงที่หรือสมดุลย์ จำนวนประชากรที่เพิ่มและลดในลักษณะนี้อยู่ภายใต้อิทธิพลของปัจจัยภายนอกเช่นภูมิอากาศ

(3) จำนวนประชากรจะเพิ่มและลดระหว่างช่วงหนึ่ง การเพิ่มและลดเป็นไปอย่างสม่ำเสมอแบบ cyclic population ที่กล่าวแล้วในเรื่องสัตว์ป่า

กลไกที่ควบคุมความหนาแน่นของประชากรให้อยู่ในระดับใดระดับหนึ่งคือ กลไกที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากร (density-dependent mechanism) และกลไกที่ไม่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากร (density-independent mechanism)

กลไกที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากรมักมีลักษณะการควบคุมประชากร โดยการขาดแคลนทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของประชากรและการแข่งขันระหว่างสมาชิกในกลุ่มประชากรเดียวกันเรียกว่า intraspecific competition การแข่งขันที่เห็นได้ชัดคือการแข่งขันกันเพื่ออาหาร ร่างกายสิ่งมีชีวิตต้องการพลังงานซึ่งได้มาในรูปของอาหารที่กินเข้าไป แต่เนื่องจากอาหารมีจำกัดการแข่งขันกันเพื่ออาหารจึงเป็นกลไกธรรมชาติที่ควบคุมประชากรให้มีความหนาแน่นในระดับที่สมดุลย์กับอาหารที่มีอยู่ กลไกนี้สามารถแสดงให้เห็นได้โดยการทดลองเลี้ยงสิ่งมีชีวิตที่มีอายุสั้นเช่นแมลงหวี่ ถ้าเลี้ยงแมลงหวี่ด้วยขนมกล้วยในขวดทดลองโดยเริ่มจากแมลงหวี่เพียงคู่เดียวจะพบว่าเมื่อมีอาหารเหลือเฟือแมลงหวี่คู่เดียวนี้จะวางไข่เป็นจำนวนมาก เมื่อไข่ฟักเป็นตัวหนอนและตัวหนอนเติบโตเป็นแมลงหวี่ ประชากรแมลงหวี่

ก็เพิ่มขึ้นและวางไข่ให้ลูกต่อไป แต่ชนมกล้วยมีจำกัดทั้งตัวหนอนในรุ่นหลังและแมลงหริในรุ่นแรกต่างต้องแย่งแย่งกันกินอาหาร ผลคือตัวหนอนจำนวนหนึ่งต้องตายลงเพราะขาดอาหาร แมลงหริตัวแก่จำนวนหนึ่งต้องตายไปตามธรรมชาติเพราะสังขาร แมลงหริอีกจำนวนหนึ่งที่แย่งอาหารไม่ทันตัวอื่น ๆ ต้องตายไปเพราะขาดอาหาร ในที่สุดประชากรแมลงหริก็ต้องลดลงจนมีระดับความหนาแน่นที่สมดุลย์กับชนมกล้วยที่มีอยู่ในขวดทดลอง

ผลของการแย่งชิงระหว่างสมาชิกในกลุ่มประชากรเดียวกันที่เป็นกลไกควบคุมความหนาแน่นประชากรอีกลักษณะหนึ่งคือพฤติกรรมทางสังคม (social behavior) สัตว์ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มมีการจัดลำดับภายในกลุ่ม ในโขลงช้างก็มีเจ้าโขลง ในฝูงลิงก็มีหัวหน้าลิง ในหมู่ม้าก็มีหัวหน้าม้า ในกองทหารก็มีแม่ทัพ ลำดับภายในกลุ่มนี้เรียกว่า dominance ซึ่งมีผลหล่นกัน ไปจนถึงพวกที่อยู่ท้ายแถวซึ่งไม่มี dominance เลย ด้วยเหตุนี้สมาชิกแต่ละตัวในกลุ่มจึงมีระดับของความทนทานต่อสมาชิกตัวอื่นไม่เท่ากัน ศัพท์ฝรั่งที่ใช้เรียกระดับความทนทานนี้คือ degree of social intolerance พฤติกรรมนี้เป็นผลทางลบที่สวนทางกับการอยู่รวมเป็นกลุ่มของสัตว์ สัตว์ที่มีระดับความทนทานน้อยก็พยายามแยกตัวอยู่ห่างจากสมาชิกตัวอื่นมากขึ้น พฤติกรรมที่มีบทบาทในเรื่องนี้ด้วยคือ การปกป้องพื้นที่ไว้ใช้เพื่อกิจกรรมส่วนตัวที่เรียกว่า territoriality ได้กล่าวเรื่องนี้แล้วในบทต้น ๆ เป็นเรื่องยากที่จะขีดเส้นแบ่ง territoriality และระดับความเด่นของสมาชิกประชากรเพราะเป็นพฤติกรรมที่ซับซ้อน ในกรณีของคนความซับซ้อนยิ่งมากขึ้นเพราะพฤติกรรมของคนอยู่ภายใต้อิทธิพลของวัฒนธรรมด้วย

ถ้าจะพิสูจน์สมมุติฐานที่ว่าพฤติกรรมทางสังคมมีบทบาทในการควบคุมจำนวนประชากรโดยมีกลไกที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากร สิ่งที่ต้องแสดงให้เห็นได้จากการศึกษาวิจัยคือ

- (1) ในประชากรกลุ่มนั้นมีสมาชิกส่วนเกินจำนวนหนึ่ง (surplus organisms) ที่ไม่สามารถผสมพันธุ์ให้ลูกได้เพราะตายก่อนหรือพยายามผสมพันธุ์แต่ไม่สำเร็จ
- (2) สมาชิกส่วนเกินนี้ถูกกีดกันไม่ให้ผสมพันธุ์โดยสมาชิกที่เด่นเหนือกว่าหรือโดยสมาชิกที่ป้องกันรักษาพื้นที่ไว้ใช้เพื่อกิจกรรมของตนเอง
- (3) สมาชิกที่ไม่สามารถผสมพันธุ์นี้สามารถผสมพันธุ์ได้ถ้าไม่มีสมาชิกที่เด่นเหนือกว่า

ในกรณีของคนความเด่นของสมาชิกในกลุ่มประชากรไม่ได้ขึ้นอยู่กับความเด่นทางกายภาพเท่านั้น ยังมีลักษณะทางวัฒนธรรมที่ทำให้บุคคลเด่นเช่นงานอาชีพ ฐานะทางเศรษฐกิจ ความสามารถในการประกอบอาชีพ ฯลฯ ดังนั้นบุคคลที่ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้อาจมีสาเหตุที่สืบเนื่องมาจากวัฒนธรรม อย่างไรก็ตามก็ตีบุคคลที่ไม่สืบพันธุ์จำนวนไม่น้อยได้ทำประโยชน์และนำความก้าวหน้าทางวัฒนธรรมไว้มาก เช่น อิตเลอร์ พระสันตปาปา บีโธเวน พระเยซูเจ้า

สิ่งที่มีบทบาทในเรื่องของกลไกที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากรอีกอย่างหนึ่งคือ home range หรือ home area ซึ่งหมายถึงพื้นที่หรือบริเวณที่สัตว์ท่องเที่ยวไปในวันหนึ่ง ๆ สัตว์บางชนิด territory และ home range มีพื้นที่เท่ากันหรือเหมือนกัน แต่หลายชนิด home range กว้างกว่า territory เด็กอายุ 8-9 ปี การผจญภัยในบริเวณ 5-6 บล็อกจากบ้านตนเอง ก็ตื่นเต้นเพียงพอกับวัย เด็กอายุ 3-4 ปี สนุกเล่นหน้าบ้านก็เพียงพอที่จะเป็น home range สำหรับเด็กวัยนี้

Home range สัมพันธ์กับการหาอาหารของสัตว์ สัตว์ที่ต้องล่าสัตว์อื่นเป็นอาหารจำเป็นต้องเดินทางครอบคลุมพื้นที่กว้าง แต่ถ้ามีอาหารอุดมสมบูรณ์ พื้นที่ home range ก็จะลดลงตามด้วย ความกว้างหรือแคบของพื้นที่ home range ยังขึ้นกับระดับความเด่นของสัตว์ในกลุ่มประชากรนั้นด้วย สัตว์ที่เด่นที่สุดในกลุ่มมักมี home range กว้างที่สุด ส่วนสัตว์ที่เด่นรองลงมามี home range แคบกว่าและอาจซ่อนตัวอยู่ใน home range ของสัตว์ที่เด่นที่สุด

กลไกที่ควบคุมจำนวนประชากรที่ไม่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากรอาจไม่ควบคุมการเจริญของประชากรโดยตรง กลไกการควบคุมอาจแฝงอยู่เบื้องหลังกลไกที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากร ปีที่ฝนน้อยมีผลโดยตรงต่อพืชทำให้ผลผลิตลดลง สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหารก็กระทบกระเทือนไปด้วยยังผลให้จำนวนลูกเกิดในปีนั้นน้อยลงด้วยและอาจทำให้สัตว์ที่มีอยู่เดิมล้มตายเพราะขาดอาหาร จะเห็นว่าสัตว์เกิดน้อยและตายมากเนื่องจากอาหารไม่เพียงพอ แต่สาเหตุที่อาหารน้อยเป็นกลไกที่ไม่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากร ภัยธรรมชาติและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปจากปกติเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดกลไกที่ไม่เกี่ยวข้องกับความหนาแน่นของประชากร

ในบรรดาสิ่งมีชีวิตทั้งหมดคนมีอิทธิพลต่อกลไกที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของประชากรมากที่สุด ความมีชีวิตของคนในสังคม ความต้องการของตลาดและความโลภของคนทำให้อัตราการเกิดเพิ่มขึ้นเพื่อเอาเพียงหนึ่ง หรือสอง หรือชน หรือชน หรืออยู่ยาระหว่างหนึ่งคนที่คิดว่าเป็นบรรดาทั้งหมด ไม่เพียงแต่ประชากรสัตว์เท่านั้นที่คิดจะดับตัวลง คนยังทำลายป่าไม้ที่มีคุณค่าต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหมดและมีอิทธิพลต่อกิจกรรมสืบพันธุ์ปลาของกุ่มน้ำจืด การเกิดพื้นที่ป่าเพียงที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าชนิดหนึ่งหรือกลุ่มหนึ่งแต่ในขณะเดียวกันก็เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในป่าด้วย

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับกลไกที่ไม่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากรอย่างหนึ่งคือการจับสัตว์ในป่าเพื่ออาหาร โดยสัตว์ป่าที่เรียกว่า predation ช่วยธรรมชาติ ป้องกันสิ่งแวดล้อมรวมทั้งคนทำให้จำนวนประชากรสัตว์หรือพืชเปลี่ยนแปลงในทางลบ ขณะเดียวกัน predation ก็มีบทบาทที่ไม่ขึ้นกับความหนาแน่นประชากร เมื่อประชากรกระทบกระเทือนโดยสาเหตุข้างต้นแล้วโอกาสที่จับถูกจับก็เป็นอาหารโดยสัตว์ป่าอื่นที่มากขึ้น เรื่องนี้ให้นักนิเวศวิทยาได้แสดงให้เห็น จากการศึกษาประชากรแมลงหลายชนิดทั้งในห้องทดลองและในธรรมชาติ

การควบคุมจำนวนประชากร

นักนิเวศศาสตร์ใช้วิธีการการวัดและควบคุมพืชและสัตว์ซึ่งเคยอยู่ในป่าดับสูงสุดในช่วงการวิจัยทดลอง ทั้งนี้เพราะผลสามารถบ่งชี้ปัญหา ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาและสำรวจวิธีการแก้ปัญหาได้จริงได้เช่น อย่างไรก็ตามสิ่งที่นักนิเวศวิทยาได้วิจัยพบมนุษย์ยังไม่สามารถให้คำตอบที่ชัดเจนของปัญหาการทั้งหมด เพราะการควบคุมมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถ้ามีผลในสังคมแล้วนักนิเวศวิทยาสามารถที่จะให้ผลกับทุก ๆ ชาติก็จะเป็นสาเหตุที่รู้จากทางปัญหาที่จะติดตามมาอีกเป็นจำนวนมาก

Malthus นักเศรษฐศาสตร์ชาวอังกฤษได้ทำนายเหตุการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับปัญหาประชากรไว้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1798 ในหนังสือ An Essay on the Principle of Population as It Affects the Future Improvement of Society เหตุผลที่ Malthus คิดเช่นนั้นก็เพราะจำนวน

ประชากรมนุษย์เพิ่มแบบอนุกรมก้าวหน้าเรขาคณิต (1,2,4,8,16,...) แต่อาหารที่เลี้ยงประชากรกลับเพิ่มแบบอนุกรมก้าวหน้าเลขคณิต (1,2,3,4,5,...) ดังนั้นจึงต้องมีประชากรมากกว่าอาหารที่จะเลี้ยงประชากร Malthus ยังได้เสนออีกว่าปัญหาประชากรอาจสิ้นสุดลงด้วยโรคระบาด สงคราม การอดอาหาร หรือวิกฤตกาลอื่น ๆ ที่เราอาจเรียกสิ่งเหล่านี้ด้วยศัพท์ปัจจุบันคือความต้านทานของสิ่งแวดล้อม (environmental resistance)

จะควบคุมจำนวนประชากรได้อย่างไรเป็นคำถามที่คุ่นในหมู่นักชีววิทยาที่ศึกษาวิจัยประชากรสัตว์ คำตอบดูง่ายแต่ยากในการปฏิบัติเพราะการควบคุมการเจริญของประชากรไม่ว่าจะเป็นสัตว์หรือคนต้องเกี่ยวกับความจริงพื้นฐานสามประการคือ ลดอัตราการเกิด เพิ่มอัตราการตาย หรืออพยพไปอยู่ในท้องที่ใหม่

ในกรณีของการอพยพไปสู่ท้องที่ใหม่เป็นเรื่องยาก ปัจจุบันการอพยพของประชากรที่เห็นกันอยู่ก็คือการอพยพผู้ลี้ภัยญวน เขมรและลาว ปัญหาที่ยากลำบากมากน้อยเพียงใดชาวไทยคงทราบดีกว่าชนชาติอื่น ดังนั้นการควบคุมขนาดประชากรคนจึงเกี่ยวข้องกันความจริงพื้นฐานสองประการแรกคือ ลดอัตราการเกิดหรือเพิ่มอัตราการตาย การเพิ่มอัตราการตายในแง่ของนิเวศวิทยาเป็นการเพิ่มความต้านทานของสิ่งแวดล้อม (increasing environmental resistance) ซึ่งเป็นสิ่งที่คนเคยทำกันในอดีตเพื่อเป็นการลดปัญหาการขาดแคลนอาหาร เช่น การฆ่าทารกเกิดใหม่ สงคราม การฆ่าคนของคนป่า ปัจจุบันการเพิ่มอัตราการตายเป็นเรื่องที่ขัดกับศีลธรรมและผิดกฎหมาย การลดจำนวนประชากรด้วยวิธีนี้จึงไม่มีประเทศใดทำ อย่างไรก็ตามความต้านทานของสิ่งแวดล้อมของคนตามธรรมชาติยังคงมีอยู่ในรูปของ อุบัติเหตุและโรคภัยไข้เจ็บ

การควบคุมจำนวนประชากรที่ใช้กันทั่วไปได้แก่การลดอัตราการเกิดซึ่งเป็นการลดศักยภาพทางชีววิทยา (decreasing biotic potential) วิธีการลดศักยภาพทางชีววิทยามีหลายวิธี ที่ใช้กันทั่วไปได้แก่

(1) การทำหมัน ซึ่งทำได้ทั้งในชายและหญิง ปัจจุบันการทำหมันชาย (vasectomy) กล่าวได้ว่า เป็นการผ่าตัดที่รวดเร็วและปลอดภัยที่สุดในโลก ผู้ชายอาจเดินเข้าโรงพยาบาลหรือคลินิกแล้วเดินออกมาอย่างปกติหลังจากทำหมันซึ่งใช้เวลาเพียงชั่วโมงเดียว วิธีการคือตัดท่อนำน้ำเชื้อชายเป็นการกำจัดทางเดินของสเปิร์ม (sperm) การทำหมันหญิงก็ใช้วิธีตัดท่อนำไข่ (oviduct) เพื่อตัดทางเดินของไข่ไม่ให้มาตกในมดลูก

(2) การใช้ยาคุมกำเนิด เป็นวิธีการกันไม่ให้ไข่และสเปิร์มผสมกันทางเคมี (chemical contraceptive) ปกติยาคุมกำเนิดจะมีฮอร์โมนทั้ง เอสโตรเจน (estrogen) และ โปรเจสติน (progestin) โปรเจสตินเหมือนกับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (progesterone) ที่ขับออกมาจากคอร์ปัสลูเทียม (corpus luteum) ของรังไข่ เอสโตรเจนจะไปยับยั้งไม่ให้ต่อมพิทูอิทารี (pituitary gland) สร้าง FSH (follicle-stimulating hormone) ฮอร์โมน ซึ่งเป็นตัวทำให้ไข่สุก เมื่อไข่ไม่สุกก็ไม่มีการผสม การใช้ยาคุมกำเนิด นอกจากจะต้องเคร่งวินัยทานยาตามกำหนดอย่างสม่ำเสมอแล้ว ยังมีผลเสียต่อผู้ใช้ (side effects) เช่น มีเลือดไหล วิงเวียน น้ำหนักลด หงุดหงิด ส่วนผลในระยะยาวยังไม่ทราบกันแน่ชัด แต่จากการสังเกตพบว่าผู้ใช้มาเป็นเวลานานไม่สามารถมีบุตรได้เมื่อต้องการจะมี

(3) การใช้ถุงยางและห่วง วิธีการนี้เป็นการกันไม่ให้ไข่ผสมกับสเปิร์มแบบ mechanical contraceptives ถุงยางเป็นสิ่งที่สะดวก ปลอดภัย และประหยัด ส่วนห่วงเป็นอุปกรณ์ที่รู้จักกันในชื่อ IUD (intra uterine device) มีหลายรูปแบบ การใช้อาจมี side effects อยู่บ้างแต่ไม่มากนัก

(4) การกะจังหวะช่วงที่ไข่สุก (rhythm method) เป็นอีกวิธีการหนึ่ง ระยะเวลาเดือนของผู้หญิงโดยเฉลี่ย 28 วัน ไข่จะตกลงมาในมดลูกเพื่อรอการผสมไข่วันที่ 14 ฉะนั้นถ้าไม่ร่วมเพศระหว่างวันที่ 11 ถึง 17 โอกาสที่ไข่จะได้รับการผสมก็น้อยมาก วิธีการนี้อาจไม่ได้ผลร้อยเปอร์เซ็นต์ แต่ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

(5) ชะลอการสมรส (delayed marriage) ปัจจุบันภาวะเศรษฐกิจบังคับให้ทั้งชายหญิงต้องเลื่อนการสมรสให้ช้าออกไป ซึ่งส่งผลให้ชะลอการเกิดโดยตรง อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ดูเหมือนว่าจะใช้กันมากในสังคมเมือง ส่วนในสังคมชนบท ชายหญิงมักแต่งงานกันค่อนข้างเร็ว อายุเฉลี่ยและเหตุผลในการชะลอการสมรสเป็นปัญหาที่ศึกษาวิจัยเรื่องหนึ่ง

นอกจากวิธีการดังกล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีการวางแผนครอบครัวให้มีลูกไม่เกิน 2 คน การทำแท้งค์ ซึ่งยังเป็นเรื่องที่ถูกเถียงกันอยู่ในแง่ของกฎหมาย การควบคุมโดยรัฐบาลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ไม้อนุญาตให้คนมีลูกเกินสองคนมีลูกอีก ถ้ามีจะถูกปรับหรือไม่ให้เงินช่วยเหลือ ให้โบนัสกับผู้ที่มาทำหมัน มาตรการเหล่านี้เป็นสิ่งที่ควรนำมาพิจารณาแต่ก็ขึ้นกับภาวะเศรษฐกิจสังคม ขนบธรรมเนียมประเพณีและศาสนาของแต่ละประเทศ



(a)

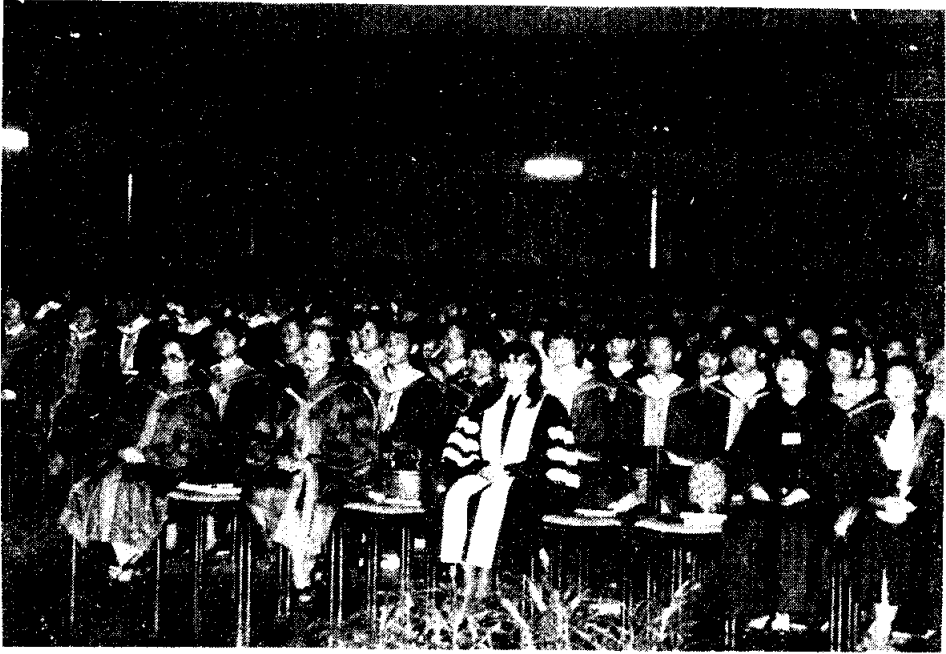


(b)

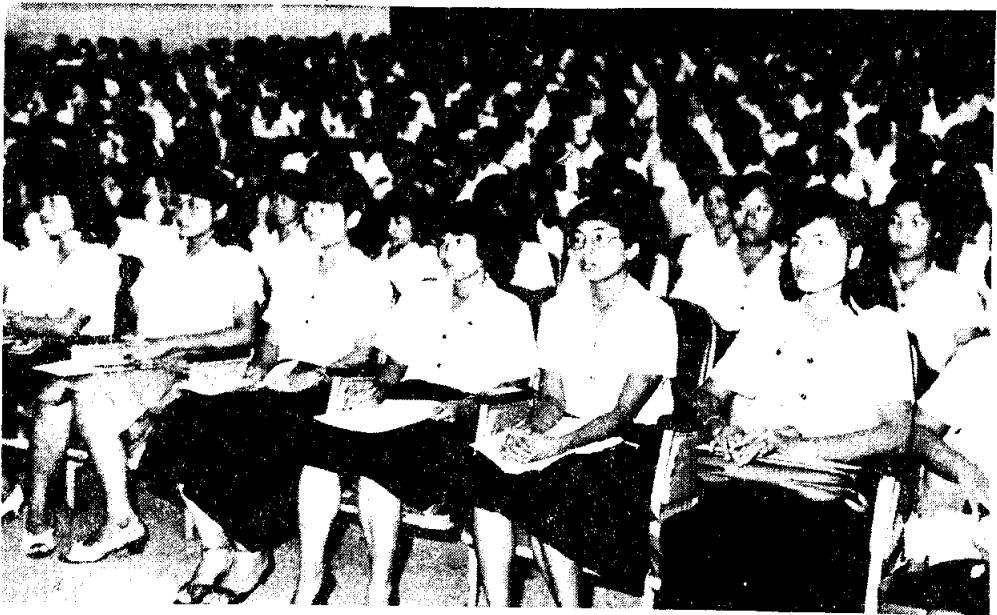
รูป 10.3 ผลติดตามจากปัญหาประชกรมาก (a) ปัญหาที่อยู่อาศัยไม่เพียงพอ (b) ปัญหา
ขยะและของเสีย



รูป 10.4 อาหารเป็นปัญหาสำคัญที่ติดตามมาเมื่อประชากรเพิ่ม การหาอาหารของเด็กสลัม
เมื่อน้ำท่วมกรุงเทพฯ พ.ศ. 2526



(a)



(b)

รูป 10.5 คุณภาพของชีวิตเป็นสิ่งที่รัฐบาลต้องการ แต่จะแก้ปัญหาประชากรได้หรือไม่
(a) พระราชทานปริญญา (b) ปฐมนิเทศการฝึกสอน

การผลิตอาหารเพิ่ม

ปากท้องเป็นเรื่องสำคัญ เมื่อประชากรเพิ่มสิ่งที่ต้องเพิ่มตามมาคืออาหาร ปัจจุบันทุกประเทศต่างมีโปรแกรมทางเพิ่มผลผลิตการเกษตรของตัวเองไม่ว่าจะเป็นประเทศพัฒนาหรือประเทศที่กำลังพัฒนา ประเทศพัฒนาผลิตเพิ่มเพื่ออำนาจในด้านเศรษฐกิจ ประเทศกำลังพัฒนาผลิตเพิ่มเพื่อแก้ไขและป้องกันโรคขาดอาหาร จะมองหรือคิดกันอย่างไรก็ตามโปรแกรมการเพิ่มผลผลิตด้านอาหารเป็นเพียงการซื้อเวลาเพื่อหนีจากปัญหาประชากรเท่านั้น

นอกจากเทคนิคการผสมพันธุ์พืช และสัตว์เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง โตเร็ว ต้านทานโรคและแมลงแล้ว เทคนิคใหม่ที่กำลังใช้กันอยู่อีกอย่างคือ การเลี้ยงพืชในอาหารเหลวโดยไม่ใช้ดินที่เรียกว่า hydroponics ผลผลิตต่อพืชที่อาจสูงกว่าเก่าหกถึงแปดเท่า ตัดปัญหาเรื่องการกัดกร่อนและการเสียความอุดมสมบูรณ์ไปได้ แต่ก็มีข้อเสียเรื่องโรคแบคทีเรียและเชื้อราที่มากับน้ำ นอกจากนี้เทคนิคแบบนี้ต้องใช้การลงทุนสูง ซึ่งอาจไม่เหมาะกับประเทศที่ยังล่าหลังในเรื่องเทคโนโลยี

การเลี้ยงพวกสาหร่ายชั้นต่ำที่เรียกว่า agal culture ก็เป็นการผลิตอาหารอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งนอกจากจะตัดปัญหาเรื่องที่ดินเพาะปลูกแล้วยังเป็นการผลิตอาหารที่ให้โปรตีน ไขมันและวิตามินสูง แต่ก็มีข้อเสียทำนองเดียวกันกับการเลี้ยงพืชในอาหารเหลว ทั้งผลผลิตสุดท้ายยังมีรสชาติไม่ถูกปากกับคน จึงต้องใช้เลี้ยงสัตว์กันเป็นส่วนใหญ่ การผลิตอาหารทำนองเดียวกับอีกอย่างคือการเลี้ยงยีสต์ที่เรียกว่า yeast culture ซึ่งสามารถใช้ซากพืชหรือกากอาหารเลี้ยงเชื้อราพวกนี้ได้ อาหารจากยีสต์มีการผลิตกันแล้วทั้งในแอฟริกา ฮาวาย จาไมกา ฟลอริดา วิสคอนซิน อาหารยีสต์ใช้เป็นอาหารเสริมได้อย่างดีโดยเฉพาะในกรณีที่ขาดอาหารประเภทโปรตีน

สรุป

ประชากรไม่ว่าจะเป็นประชากรคนหรือสัตว์จะมีลักษณะทางชีววิทยาที่คล้ายกัน ในกลุ่มประชากรจะมีการเกิด การตาย ถ้าอัตราการเกิดมากกว่าการตาย จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นต่อเวลาคือการเจริญของประชากร ปกติสิ่งมีชีวิตจะมีลักษณะการเจริญและประชากรต่างกันไปตามชนิดและสภาพสิ่งแวดล้อม มโนทัศน์ทางนิเวศน์วิทยาที่สำคัญในเรื่องการเจริญของประชากรคือ carrying capacity ประชากรจะมีมากเกิน carrying capacity ของพื้นที่นั้น ๆ ไปไม่ได้

ถ้าเขียนกราฟการเจริญของประชากร จะพบว่าลักษณะการเจริญของประชากรมีอยู่ 3 แบบ คือแบบคงที่ (stable) แบบวงจร (cyclic) และแบบเพิ่มรวดเร็วและลดรวดเร็ว (irruptive) กลไกที่ควบคุมจำนวนประชากรมีอยู่ 2 แบบคือ กลไกที่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากร และกลไกที่ไม่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่น ซึ่งในเรื่องนี้มีสิ่งที่ควรคำนึงคือการแข่งขัน (competition) ความเด่นในกลุ่ม (dominance) อาณาเขตที่หากิน (home range) และอาณาเขตที่ป้องกัน (territory)

ถ้าพิจารณาอายุของสมาชิกในกลุ่มประชากรเราสามารถเขียนกราฟหรือแผนภาพที่แสดงโครงสร้างของอายุของประชากรได้ (age-structure) โครงสร้างอายุเป็นสิ่งที่พอบอกลักษณะการเจริญของประชากรได้ว่าเป็นอย่างไรและจะเป็นอย่างไรต่อไป

การควบคุมจำนวนประชากรอาจทำได้โดยลดอัตราการเกิดหรือเพิ่มอัตราการตาย ซึ่งในแง่ของศีลธรรมการลดอัตราการเกิดเป็นสิ่งที่ใช้ปฏิบัติในแผนการควบคุมจำนวนประชากร อย่างไรก็ตามการลดอัตราการเกิดบางวิธีเช่นการทำแท้งค์ ยังเป็นเรื่องที่กระทบกับศีลธรรมและศาสนา

การเพิ่มปริมาณอาหารเพื่อให้เลี้ยงจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นเป็นเพียงวิธีการชะลอหรือต่อเวลาให้ปัญหาประชากรไปเท่านั้น อย่างไรก็ตามการเพิ่มอาหารโดยเทคโนโลยีใหม่ ๆ ยังเป็นเรื่องที่จำเป็นต้องทำกันต่อไป เพราะเราไม่มีทางถอยหลังเวลากลับไปหรือกลับไปมีชีวิตอยู่อย่างคนสมัยก่อนได้แล้ว อนาคตของประชากรโลกจะเป็นอย่างไร ถ้าพิจารณาให้ถี่จะเห็นว่าขึ้นอยู่กับหลักการอนุรักษณ์ 5 ข้อที่กล่าวไว้ในบทแรก มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวที่คุม

อนาคตของสิ่งมีชีวิตทั้งโลกรวมทั้งชีวิตมนุษย์ไว้ในมือ การกระทำใด ๆ ที่จะมีผลในทางบวก หรือลบขึ้นอยู่กับมนุษย์เอง ขอให้เราช่วยกันคิดก่อนที่จะทำ

คำถาม

1. ประชากรคืออะไร ตามหลักนิเวศวิทยาประชากรมีการกระจายตัวอย่างไร
2. การเจริญของประชากรเป็นอย่างไร ใช้หลักอะไรเป็นพื้นฐานในการพิจารณาการคิดตารางประกันชีวิต
3. ลักษณะการเจริญของประชากรมีกี่รูปแบบ การเจริญของประชากรโลกอยู่ในรูปแบบใด
4. การแก้ปัญหาประชากรทำได้อย่างไร
5. เหตุใดการปฏิวัติเขียว จึงแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารไม่ได้ผลดีนัก
6. ท่านมีความเห็นเรื่องอนาคตประชากรโลกอย่างไร ท่านคิดว่าจะวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างไร
7. โครงสร้างอายุของประชากรเป็นอย่างไร โครงสร้างนี้ต่างกันอย่างไรในประเทศพัฒนาและประเทศที่กำลังพัฒนา

บรรณานุกรมและเชิงอรรถ

Allen, R., 1974. New strategy for the green revolution. *New Scientist* 63 : 320-321.

Chapman, D. 1973. An end to chemical farming. *Environment* 15 : 12-17.

Dasmann, R.F, J.P. Milton, and P.H. Freeman 1973. *Ecological principles for economic development*. John Wiley & Sons, New York.

Krebs, C.J. 1978. *Ecology*. Harper & Row, Publishers, New York.

Pielon, E.C. 1969. *An introduction to mathematical ecology*. Wiley Interscience, New York.

Schaffer, W.M., and P.F. Elson. 1975. The adaptive significance of variation in life history among local populations of Atlantic salmon in North America. *Ecology* 56 : 577-590

Smith, R.L. 1977. *Elements of ecology and field biology*. Harper&Row, Publishers, New York.

U.S. News and World Report, June 25, 1979.