

SUBJECT: (01424381) Ecology



Lectured by Dr. Bongkot Wichachucherd
Room SC2-303, faasbkw@ku.ac.th

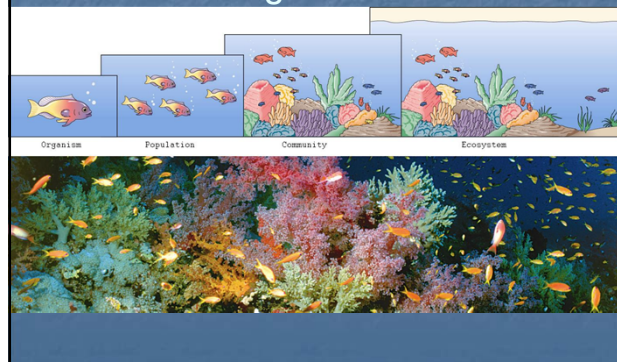
Chapter Outline

- Scope of Ecology
- Population Density and Distribution
- Population Growth Models
- Survivorship Curves
- Age Distributions
- Regulation of Population Size
- Life History Patterns

Scope of Ecology

- **Ecology** – what is it?
- **Definitions:**
 - **Habitat** - Place where an organism lives.
 - **Population** - All the organisms within an area belonging to the same species.
 - **Community** - All various populations interacting at same locale.
 - **Ecosystem** – A collection of communities

Ecological Levels



Meaning of Population

มาจากภาษากรีกว่า Populus ซึ่งคือ มนุษย์ นั้นมีความหมายใช้กันอยู่หลายทาง คือ

1. ทางสังคมศาสตร์ หมายถึง จำนวนประชากรมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในส่วนใดส่วนหนึ่งหรือประเทศใดประเทศหนึ่ง
2. ทางสถิติ หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ถูกเลือกขึ้นมาเป็นตัวแทนเพื่อการศึกษา
3. ทางนิเวศวิทยา หมายถึง กลุ่มของสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งซึ่งแยกจากกลุ่มสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันโดยเวลาหรือสถานที่

Characteristics of Populations

(ลักษณะสมบัติของประชากร)

จะมีลักษณะของสิ่งมีชีวิต คือ การเจริญเติบโต การตอบสนอง และการดำรงอยู่อย่างต่อเนื่อง (มีการสืบพันธุ์) นอกจากนี้ยังรวมถึงลักษณะอื่นๆ อีก ได้แก่

1. โครงสร้างประชากร (Population structure)
2. การกระจายตัวของประชากร (Dispersion)
3. การย้ายถิ่นฐาน (Dispersal)

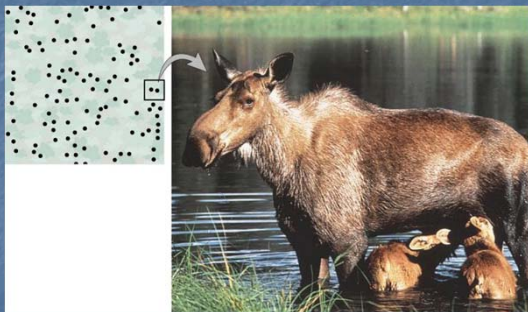
Density and Distribution of Populations

- **Population Density** - Number of individuals per unit area or volume.
- **Population Distribution** - Pattern of dispersal of individuals within the area of interest.

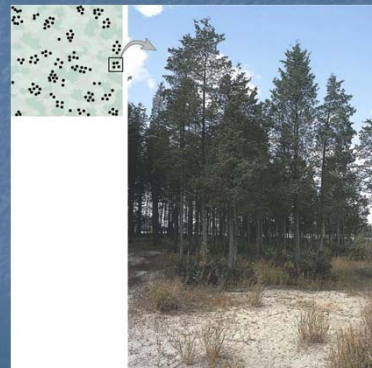
Uniform Distribution



Random Distribution

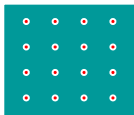


Clumped Distribution



PATTERN OF DISPERSION

UNIFORM



CLUMPED



RANDOM



การแพร่กระจายในรูปแบบใด ที่จะพบมากในธรรมชาติมากที่สุด??

แต่ละแบบมีความแตกต่างกันอย่างไร เนื่องจากอะไร

การแพร่กระจายแบบรวมกลุ่ม (Clumped distribution)

การแพร่กระจายแบบนี้เป็นรูปแบบการแพร่กระจายของประชากรที่พบในธรรมชาติมากที่สุด ส่วนใหญ่มักพบรวมกันด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกันของดิน อุณหภูมิ ความชื้น ทำให้เกิดแหล่งที่อยู่อาศัยรูปแบบต่าง ๆ เป็นสาเหตุให้สิ่งมีชีวิตมาอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เช่น ไล่เดือนดินจะพบในดินที่ร่วนซุย และมีความชื้นสูง มีอินทรีย์วัตถุมาก หรือการสืบพันธุ์ที่ทำให้สมาชิกในประชากรมาอยู่รวมกัน โดยเฉพาะตัวอ่อนที่ยังอาศัยการเลี้ยงดูจากพ่อแม่ เช่น สัตว์ที่อยู่เป็นครอบครัว เช่น ชะนี หรือรูปแบบของพฤติกรรมที่อยู่เป็นกลุ่ม เช่น ผึ้งนก ผึ้งวัวควาย ผึ้งปลา ไชหลงช้าง

การแพร่กระจายแบบสม่ำเสมอ (Uniform distribution)

พบในบริเวณที่มีการแก่งแย่งสูงมาก ๆ เช่น นกทะเลที่ต้องทำรังตามหน้าผาแคบๆ เปรียงบนก้อนหิน หรือพืชในทะเลทราย ซึ่งจะสร้างสารเคมีออกมายับยั้งพืชต้นอื่นตามระบบราก จึงต้องกระจายกันอยู่ห่างๆ เพื่อให้มีโอกาสรอดเท่าเทียมกัน

การแพร่กระจายแบบอิสระ (Random distribution)

ไม่ค่อยพบนักในธรรมชาติ ยกเว้นพืชที่มีกระบวนการกระจายเมล็ดออกไปอย่างอิสระ เช่น ไม้ปาล์ม

Density and Distribution of Populations

การกระจายตัวของประชากรถูกกำหนดโดยปัจจัยต่อไปนี้

1. ปัจจัยทางกายภาพ เช่น แสง น้ำ อุณหภูมิ สารอาหาร
2. ปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดสิ่งมีชีวิต เช่น การแก่งแย่ง การล่า หรือ สภาวะปรสิต
3. สถานะทางภูมิศาสตร์ ที่สำคัญได้แก่สิ่งที่ขวางกั้น การแพร่กระจายของประชากรนั้น (Barrier) เช่น ภูเขา ทะเล ทะเลทราย เกาะ เป็นต้น

การประเมินการกระจายตัวของประชากร

ทำได้จากการเก็บข้อมูล แล้วนำมาคำนวณ Index of dispersal จากสูตรนี้

$$\text{Index of dispersal} = \frac{\text{Variance}}{\text{Mean}}$$

- * ถ้าค่า Index of dispersal ใกล้เคียง 1 จะเป็น การกระจายแบบกลุ่ม
- * ถ้าค่า Index of dispersal น้อยกว่า 0.5 จะเป็น การกระจายแบบสม่ำเสมอ
- * ถ้าค่า Index of dispersal มากกว่า 1.3 จะเป็น การกระจายแบบเกาะกลุ่ม

โดยที่ $\text{Variance} = \text{SD}^2$

$$\text{และ SD} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

ตัวอย่างการประเมินการกระจายของประชากร

Ex. จากการสำรวจประชากรนกที่หน้าผาแห่งหนึ่ง โดยใช้ตารางสุ่ม 5 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 3, 2, 1, 2, 1 ตัว การกระจายตัวของประชากรนกเป็นแบบใด

นำข้อมูลมาคำนวณค่าเฉลี่ยได้ 1.8 และ SD ได้ 0.84

$$\text{Index of dispersal} = \frac{\text{Variance}}{\text{Mean}} = \frac{(0.84)^2}{1.8} = 0.39$$

ค่า Index of dispersal น้อยกว่า 0.5 จะเป็น การกระจายแบบสม่ำเสมอ

Population Size

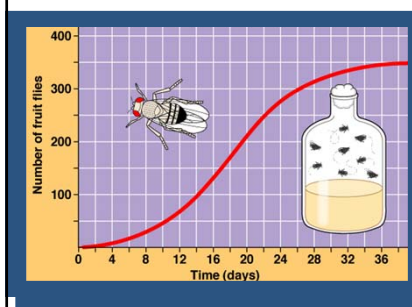
Regulation of Population Size

- Density - Dependent Factors
- Density - Independent Factors

Population Size

Regulation of Population Size

- Density - Dependent Factors



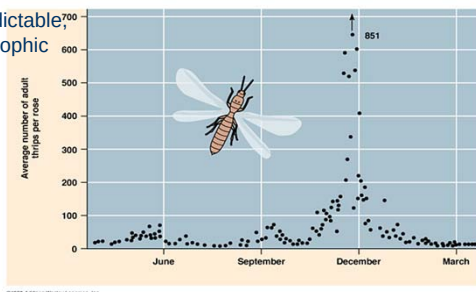
1. Competition
 - Intraspecific
 - Interspecific
2. Predation
3. Parasitism
4. Disease

Population Size

Regulation of Population Size

■ Density - Independent Factors

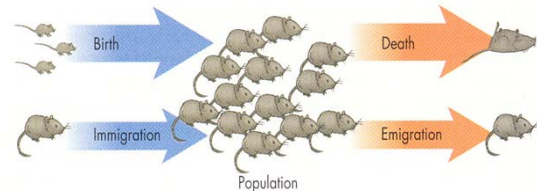
1. Abiotic factors
2. Unpredictable, catastrophic events



Population Size

Population structure

ประชากรสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติมีขนาดคงที่ในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นช่วงสั้น ๆ เพราะโดยปกติแล้วขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรเกิดขึ้น ดังนี้



Population Size

ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนประชากร

ปัจจัยภายใน (Intrinsic factors)

- สภาพทางสรีรวิทยา
- พฤติกรรม (โดยเฉพาะพฤติกรรมทางสังคม)
- กรรมพันธุ์

ปัจจัยภายนอก (Extrinsic factors)

- ปัจจัยทางกายภาพและเคมี
- การล่า
- ตัวเบียน
- เชื้อโรค
- อาหาร (ปริมาณและคุณภาพ)
- ที่อยู่อาศัย ฯลฯ

Population Size

Population density

ความหนาแน่นประชากร (Population density)

จำนวนประชากร (ขนาดประชากร) ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

$$\text{ความหนาแน่นประชากร} = \frac{\text{จำนวนประชากร}}{\text{พื้นที่หรือปริมาตร}}$$

Ex. จากการนับตัวกะปิใน Quadrat ขนาด 1 x 1 ตร.ม. 5 ครั้ง ได้ผลดังนี้ 2, 2, 7, 3, 5 จงหาความหนาแน่นของประชากรตัวกะปิ ในพื้นที่นี้ (ตัว/ตร.ม.)

Ex. จากการนับ Rotifer ในน้ำจากบ่อน้ำข้าง ศวท. โดยหยดตัวอย่างน้ำ 3 หยดลงบนสไลด์ แล้วนับจำนวน 5 ครั้ง ได้จำนวน Rotifer ในแต่ละครั้งดังนี้ 12, 20, 17, 32, 19 จงหาความหนาแน่นของประชากร Rotifer ในตัวอย่างน้ำนี้ (ปริมาตรน้ำ 20 หยด เท่ากับ 1 มล.)

Population Size

การเปลี่ยนแปลงประชากร

$$\text{อัตราการเกิด(ตาย)} = \frac{\text{จำนวนประชากรที่เกิด(ตาย)}}{\text{จำนวนประชากรที่มีอยู่เดิม}} \times 100\%$$

$$\text{อัตราการอพยพเข้า(ออก)} = \frac{\text{จำนวนประชากรที่อพยพเข้า(ออก)}}{\text{จำนวนประชากรที่มีอยู่เดิม}} \times 100\%$$

$$\text{อัตราการเพิ่ม(ลด)} = \frac{\text{จำนวนประชากรที่เพิ่ม(ลด)}}{\text{จำนวนประชากรที่มีอยู่เดิม}} \times 100\%$$

Ex. จากการสำรวจประชากรเพลี้ยในนาข้าว 2 เดือน ช่วงก่อน และระหว่างการปลูกข้าว พบว่าช่วงก่อนปลูกข้าว พบเพลี้ย 570 ตัว/ตร.ม. เมื่อผ่านไป 2 เดือนสำรวจอีกครั้ง พบเพลี้ย 994 ตัว/ตร.ม. มีอัตราการเพิ่มประชากรเพลี้ยเป็นอย่างไร

Type of reproduction in population

ประชากรของสิ่งมีชีวิตในโลกนี้มีการสืบพันธุ์เพื่อเพิ่มประชากรอยู่ 2 แบบ คือ

1. การสืบพันธุ์เพียงครั้งเดียวในช่วงชีวิต (Single reproduction)
2. การสืบพันธุ์ได้หลายครั้งในช่วงชีวิต (Multiple reproduction)

Annual vs Perennial reproduction

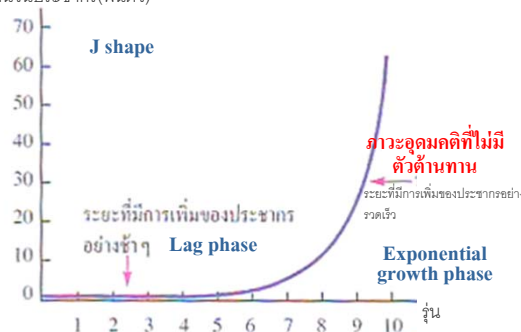
Life history patterns

- **r** - Strategists (Opportunistic)
- Remember **r**=reproduction
- **K** - Strategists (Equilibrium)
- Remember **K**=Carrying capacity

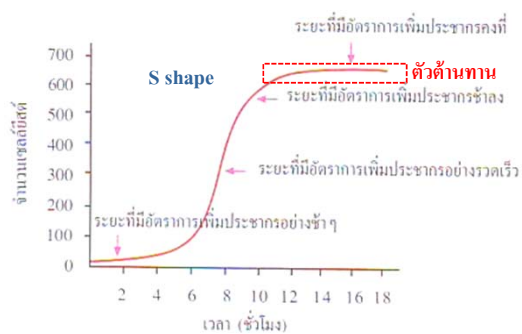
Population Growth Models

1. แบบ **Exponential growth** หรือแบบทวีคูณนั้น พบได้ในสิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์เพียงครั้งเดียวในช่วงชีวิตในแต่ละรุ่น เช่น พวกแมลงต่าง ๆ เมื่อตัวเมียวางไข่แล้วก็ตาย
2. แบบ **Logistic growth** เป็นการเพิ่มจำนวนประชากรที่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม หรือมีตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การเพิ่มจำนวนของเซลล์ยีสต์ที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

จำนวนประชากร(พันตัว)



กราฟแสดงการเพิ่มของประชากรแบบ Exponential growth



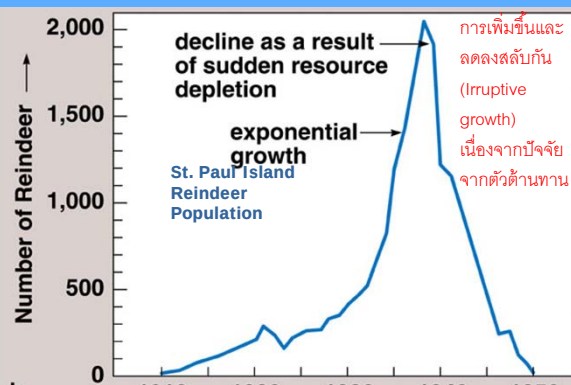
กราฟแสดงการเพิ่มของเซลล์ยีสต์แบบ Logistic growth

ตัวต้านทานในสิ่งแวดล้อม

หมายถึง ปัจจัยจำกัดทางสิ่งแวดล้อมทั้งหลาย เช่น อาหาร ของเสีย จากเมทาบอลิซึม การแก่งแย่งแข่งขันของสมาชิก การเป็นผู้ล่า และเหยื่อ โรคระบาด สารมลพิษ กายพิบัติธรรมชาติ เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้มีผลทำให้การเพิ่มจำนวนของประชากรลดลง



กราฟแสดงการเพิ่มของประชากรตามแนวคิดของ Thomas Malthus (J shape)



ความสามารถในการรองรับสูงสุดของธรรมชาติ (Carrying capacity)

1. Maximum carrying capacity คือ ความหนาแน่นสูงสุดเท่าที่ปริมาณทรัพยากรในแหล่งที่อยู่อาศัยนั้นจะสามารถตอบสนองได้
2. Optimum carrying capacity คือ ความหนาแน่นที่เหมาะสมซึ่งทรัพยากรที่มีคุณภาพในแหล่งที่อยู่อาศัยนั้นจะสามารถตอบสนองได้อย่างยั่งยืน



Max. carrying capacity กินคนละ 1 จาน/มื้อ ก็อยู่ได้ อาจมีบางคนไม่อิ่ม



Opt. carrying capacity กินได้คนละมากกว่า 1 จาน/มื้อ ทุกคนได้กินจนอิ่ม จำนวนคนน้อยกว่าอาหาร

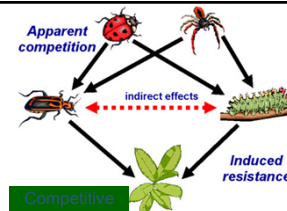
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับการเจริญเติบโตของประชากร

■ ปฏิสัมพันธ์เชิงบวก

- การพึ่งพาอาศัย (Mutualism) ทั้ง 2 ชนิดได้ประโยชน์
- การเกื้อกูล (Commensalism) ชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ ขณะที่อีกชนิดหนึ่งไม่มีผลใดๆ

■ ปฏิสัมพันธ์เชิงลบ

- การต่อสู้แก่งแย่ง (Competitive) ทั้ง 2 ชนิดได้รับผลเสีย
- การล่า (Predation) มีชนิดหนึ่งได้ประโยชน์ อีกชนิดหนึ่งเสียประโยชน์



Survivorship curves

การรอดชีวิตของประชากร

ทำไมสิ่งมีชีวิตบางชนิดจึงออกลูกหรือวางไข่คราวละมาก ๆ และบางชนิดก็ออกลูกหรือวางไข่คราวละ 1 หรือ 2 ตัว

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีแบบแผนการรอดชีวิตของประชากรขึ้นอยู่กับช่วงอายุขัย (Life span) ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด เช่น แมลงมีอายุสั้น แต่ในสัตว์ขนาดใหญ่ เช่น ช้างและคนมีช่วงอายุขัยยาวนานเฉลี่ย 70-120 ปี



Survivorship curves

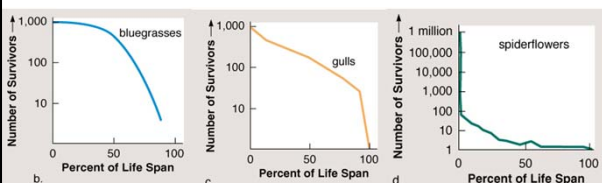
การรอดชีวิตของประชากร

ตลอดช่วงอายุขัยของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด จะมีอัตราการอยู่รอดในช่วงอายุขัยต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน การรอดชีวิตของประชากรในช่วงวัยต่าง ๆ กัน ทำให้ความหนาแน่นของประชากรที่อยู่ในวัยต่าง ๆ แตกต่างกันไป มีรูปแบบกราฟการรอดชีวิตของประชากรอยู่ 3 แบบ ดังต่อไปนี้



Survivorship curves

การรอดชีวิตของประชากร

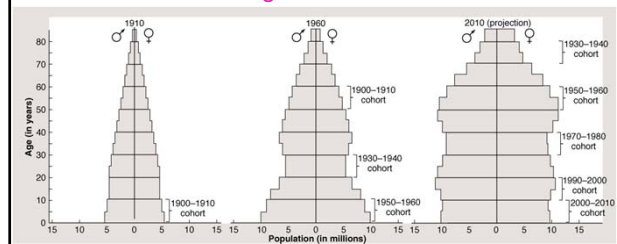


- Cohort --- all the members of a population born at the same time.
- Survivorship---the probability of newborn individuals of a cohort surviving to particular ages.
- Illustrated by Survivorship Curves

Age distributions

- What proportion of population is in each cohort?
- Age Structure Diagrams

U.S. Age Distributions



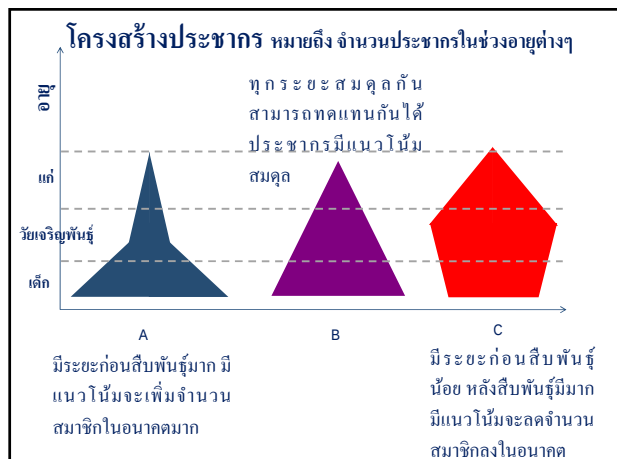
Age distributions

Age Structure Diagrams divide populations into three age groups.

- Pre-Reproductive
- Reproductive
- Post-Reproductive

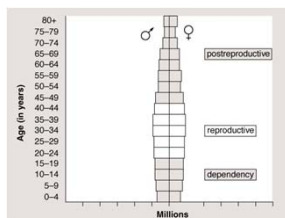
The Demographic Transition

- Stage I: high birthrates and death rates
- Stage II: continued high birthrates, declining death rates
- Stage III: falling birthrates and death rates, eventually stabilizing



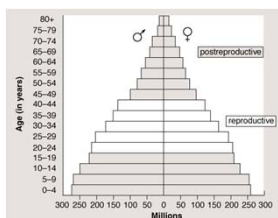
Age distributions

Less-Developed Countries



a. More-developed countries (MDCs)

More-Developed Countries



b. Less-developed countries (LDCs)

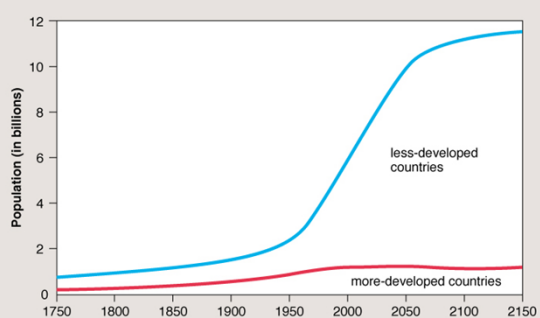
Age Distribution of the World's Population

Population Structures by Age and Sex, 2005



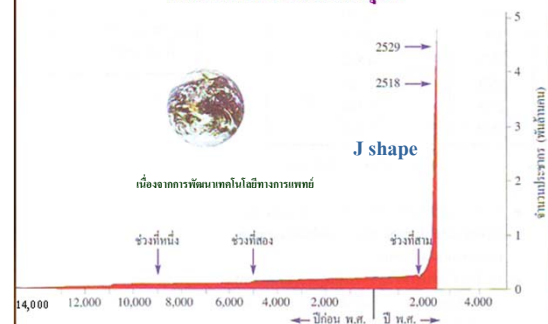
Source: United Nations, World Population Prospects: The 2002 Revision (medium scenario), 2003.

World Population Growth



Source: Population Reference Bureau.

การเติบโตของประชากรมนุษย์

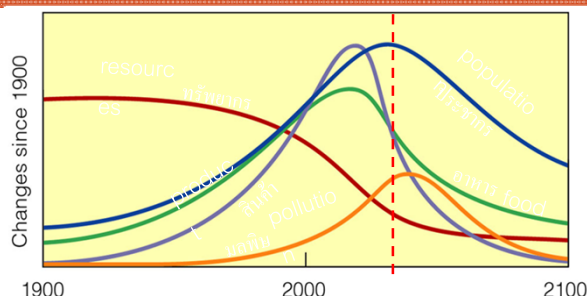


ในอดีต ประชากรเพิ่มจำนวนด้วยอัตราต่ำ เพราะประสบปัญหาโรคภัย ภัยธรรมชาติ และการถูกล่าจากสัตว์ป่า เมื่อมีการประดิษฐ์อาวุธ สร้างที่อยู่อาศัย และพัฒนาการทางการแพทย์ ทำให้อัตราการตายน้อยลง อัตราการเพิ่มของประชากรจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

Environmental Impact

- Measured in terms of:
 - Population Size
 - Resource Consumption Per Capita
 - Resultant Pollution

การทำนายจำนวนประชากรในอนาคต



หลังจากปี 2030 ปริมาณทรัพยากรที่ลดลง ทำให้ปริมาณสินค้าลดลง สภาพแวดล้อมที่มีมลพิษ จะทำให้ผลผลิตอาหารได้น้อยลง จะเป็นปัจจัยที่ทำให้จำนวนประชากรลดลง

Review

- Scope of Ecology
- Population Density and Distribution
- Population Growth Models
- Survivorship Curves
- Age Distributions
- Regulation of Population Size
- Life History Patterns