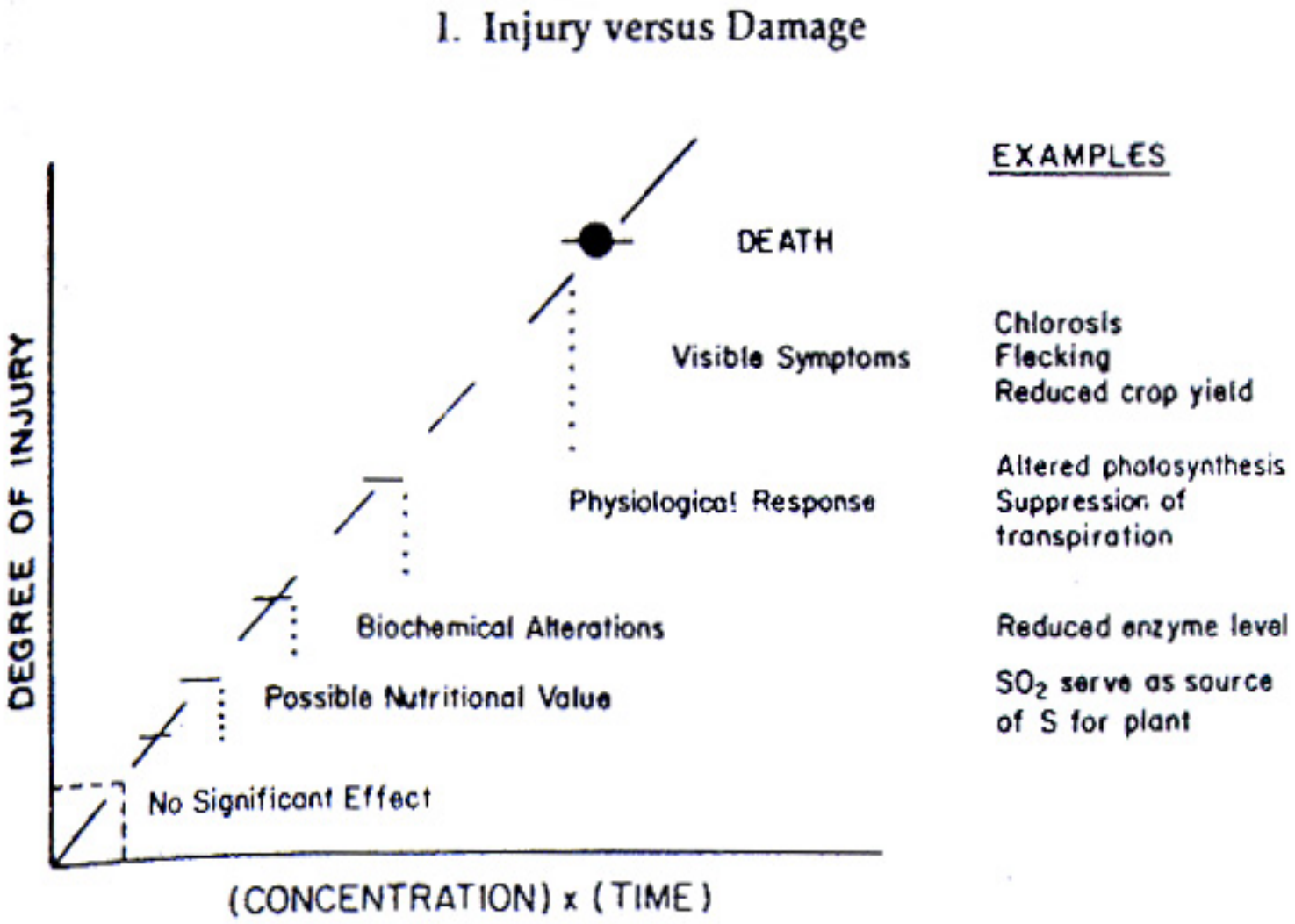
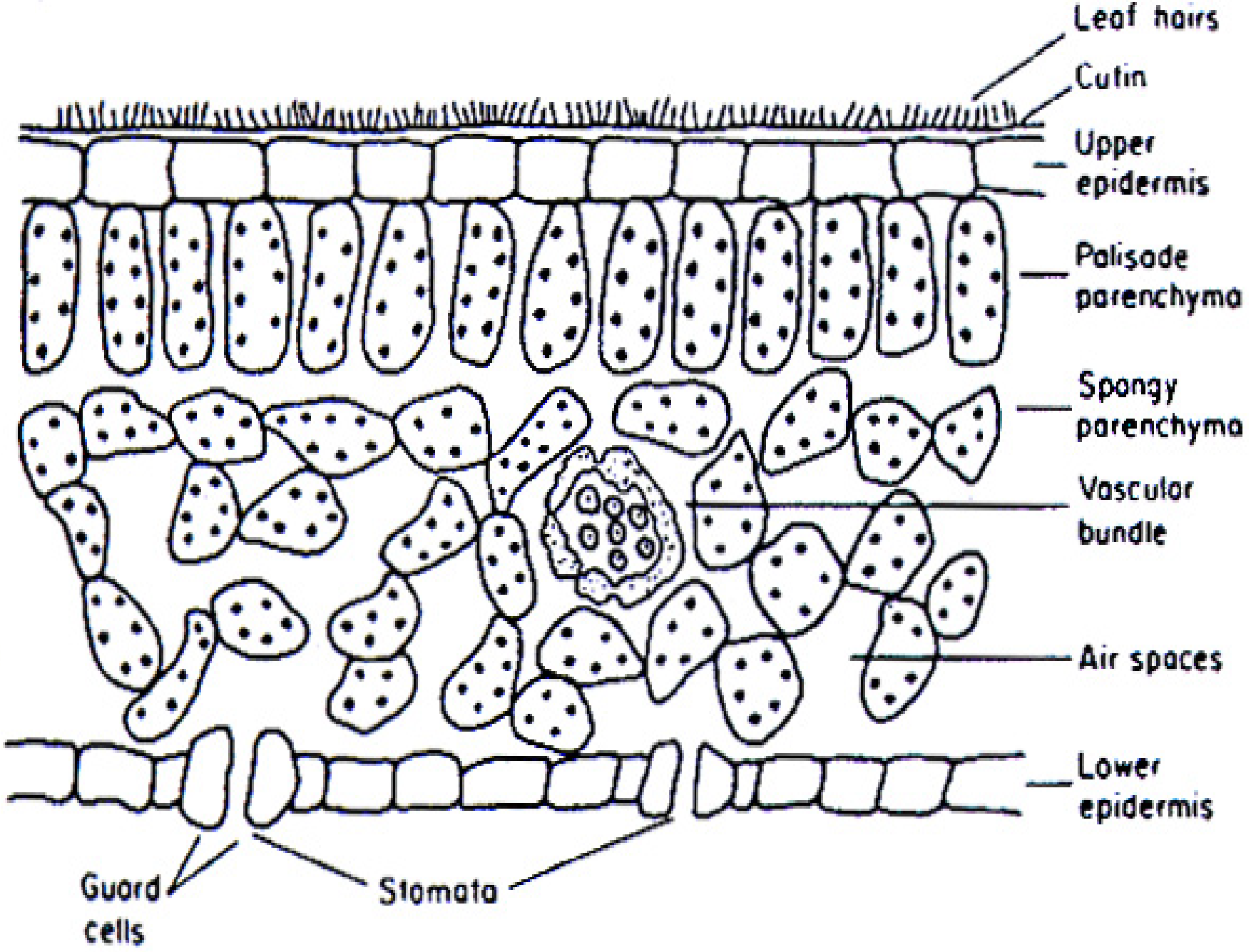
ความเป็นพิษในพืช สัตว์ และมนุษย์
(Plant, Animal and Human Toxicity)



ความเป็นพิษในพืช (Plant Toxicity)

ผลกระทบจากสารพิษที่อยู่ในรูปแก๊ส โดยผ่านทางอากาศเริ่มจากส่งผลกระทบแบบธรรมดา ไปจนถึงแบบที่เป็นอันตรายต่อพืช ผลกระทบเหล่านี้จะแยกตามอาการที่ปรากฏ โดยอาการที่ปรากฏจะเริ่มเบี่ยงเบนจากภาวะปกติ

ในภาวะปกติ : พืชใบกว้างส่วนใหญ่ ใบจะมีสีสด มีโครงสร้างเซลล์แบบปกติ


Leaf hairs
Cutin
Upper epidermis
Palisade parenchyma
Spongy parenchyma
Vascular bundle
Air spaces
Lower epidermis
Guard cells
Stomata

ใบพืชที่เบี่ยงเบนจากปกติ

- เนื้อเยื่อจะผิดปกติ และสีจะจางลง บริเวณ spongy และ palisade cell จะเสียหาย และจะไม่มีสีกรณีเป็นมาก
- เนื้อเยื่อที่ตายจะถูกทิ้งให้เป็นโพรงในโครงสร้าง
- จำนวน chloroplast ลดลง เรียกว่า chlorosis
- ในชั้น epidermis จะเรียกว่า glazing หรือ silvering
- เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยา และกระบวนการทางชีวเคมี และการเปลี่ยนแปลงในวงจรการสืบพันธุ์ ทำให้ผลผลิตลดลง

Plant Toxicity

A corn plant with severe chlorosis (left) beside a normal plant (right)

silvering

ตารางแสดงสารพิษทางอากาศที่มีผลต่อใบพืช

TABLE 8-1

Examples of Types of Injury and Air Pollution

Pollutant	Symptoms	Maturity of leaf affected	Part of leaf affected	Injury threshold		
				ppm (vol)	$\mu g/m^3$	Sustained exposure
Sulfur dioxide	Bleached spots, bleached areas between veins, chlorosis; insect injury, winter and drought conditions may cause similar markings	Middle-aged leaves most sensitive; oldest least sensitive	Mesophyll cells	0.3	785	8 hr
Ozone	Flecking, stippling, bleached spotting, pigmentation; conifer needle tips become brown and necrotic	Oldest leaves most sensitive; youngest least sensitive	Palisade or spongy parenchyma in leaves with no palisade	0.03	59	4 hr
Peroxyacetyl-nitrate (PAN)	Glazing, silvering, or bronzing on lower surface of leaves	Youngest leaves most sensitive	Spongy cells	0.01	50	6 hr
Nitrogen dioxide	Irregular, white or brown collapsed lesions on intercostal tissue and near leaf margin	Middle-aged leaves most sensitive	Mesophyll cells	2.5	4700	4 hr
Hydrogen fluoride	Tip and margin burns, dwarfing, leaf abscission; narrow brown-red band separates necrotic from green tissue; fungal disease, cold and high temperatures, drought, and wind may produce similar markings; suture red spot on peach fruit	Youngest leaves most sensitive	Epidermis and mesophyll cells	0.1 (ppb)	0.08	5 weeks
Ethylene	*Sepal withering, leaf abnormalities; flower dropping, and failure of leaf to open properly; abscission; water stress may produce similar markings*	Young leaves recover; older leaves do not recover fully	All	0.05	58	6 hr
Chlorine	Bleaching between veins, tip and margin burn, leaf abscission; marking often similar to that of ozone	Mature leaves most sensitive	Epidermis and mesophyll cells	0.10	290	2 hr
Ammonia	"Cooked" green appearance becoming brown or green on drying; overall blackening on some species	Mature leaves most sensitive	Complete tissue	~20	~14,000	4 hr
Hydrogen chloride	Acid-type necrotic lesion; tip burn on fir needles; leaf margin necrosis on broad leaves	Oldest leaves most sensitive	Epidermis and mesophyll cells	~5–10	~11,200	2 hr
Mercury	Chlorosis and abscission; brown spotting; yellowing of veins	Oldest leaves most sensitive	Epidermis and mesophyll cells	<1	<8,200	1–2 days
Hydrogen sulfide	Basal and marginal scorching	Youngest leaves most affected		20	28,000	5 hr
2,4-Dichloro-phenoxy-acetic acid (2–4D)	Scalloped margins, swollen stems, yellow-green mottling or stippling, suture red spot (2,4,5-T); epinasty	Youngest leaves most affected	Epidermis	<1	<9,050	2 hr
Sulfuric acid	Necrotic spots on upper surface similar to those caused by caustic or acidic compounds; high humidity needed	All	All	—	—	—

ผลกระทบของสารพิษต่อสิ่งมีชีวิต

1. ผลกระทบจากสารพิษทางอากาศ **(Air Pollutants)**

1.1 ไฮโดรคาร์บอนหรือสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ **(Hydrocarbons or Volatile Organic Compounds : VOCs)**

ต่อมนุษย์

1. ทำให้แสบและระคายเคืองตา
2. ทำให้ระคายเคืองในระบบทางเดินหายใจ
3. ทำให้เกิดโรคมะเร็ง

ต่อสภาพแวดล้อม

1. เกิดสภาพหมอกควันบดบังทัศนวิสัย
2. เป็นสารตั้งต้นในการเกิดแก๊สโอโซนในบรรยากาศ

1.2 ฝุ่นละออง (Particulates) เป็นอนุภาคของสารประกอบต่าง ๆ เช่น เป็นอนุภาคของของเหลวและของแข็งที่พบในอากาศ เกิดจากแหล่งกำเนิดหลายแหล่งทั้งที่เคลื่อนที่ได้และอยู่กับที่

ต่อมนุษย์

1. ก่อให้เกิดปัญหามลพิษและเหตุเดือดร้อนรำคาญ
2. ทำให้เกิดการระคายเคืองของระบบหายใจ อาจก่อให้เกิดการอักเสบรุนแรงกลายเป็นแผล หรือผังพืดที่ทางเดินหายใจ
3. อาจเป็นมะเร็งที่ทางเดินหายใจ

ต่อสภาพแวดล้อม

1. ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลง
2. ทำให้เกิดความสกปรกเลอะเทอะของวัตถุ

1.3 ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)

- ไนตริกออกไซด์ (NO) เป็นแก๊สไม่มีสีและกลิ่น จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เปลี่ยนเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์
- ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เป็นกาซสีน้ำตาลแกมแดง มีกลิ่นฉุน เมื่อรวมตัวกับน้ำจะเกิดเป็นกรดไนตริก

ต่อมนุษย์

1. แสบตา แสบจมูก และระคายเคืองผิวหนัง
2. NO เมื่อเข้าสู่ปอดจะทำลายเนื้อเยื่อปอด ทางเดินหายใจอักเสบ ปอดอักเสบ และหลอดลมตีบตัน

ต่อสภาพแวดล้อม

1. NO_2 รวมกับน้ำกลายเป็นกรดไนตริก มีฤทธิ์กัดกร่อนสิ่งก่อสร้าง
2. NO มีบทบาทในการเกิดปฏิกิริยาในชั้นบรรยากาศ ซึ่งผลปฏิกิริยานี้จะเกิดโอโซน (หรือหมอกควัน)

1.4 **ซัลเฟอร์ไดออกไซด์** (SO_2) เป็นแก๊สพิษที่ไม่มีสี กลิ่นฉุน รสฝาด เมื่อรวมตัวกับออกซิเจนกลายเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ : SO_3 ซัลเฟต (SO_4) รวมตัวกับไอน้ำกลายเป็นกรดซัลฟูริก

ต่อมนุษย์

1. เข้าสู่ทางเดินหายใจจะทำลายเนื้อเยื่อปอด นำไปสู่โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังและมะเร็งปอด

2. ระคายเคืองผิวหนัง เยื่อบุตา เยื่อจมูก

ต่อสภาพแวดล้อม กัดกร่อนวัสดุ สิ่งก่อสร้าง โบราณสถาน ให้เสื่อมโทรมเร็ว

1.5 **คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)** เป็นแก๊สไม่มีสี ไม่มีรสและกลิ่น เบากว่าอากาศเล็กน้อย เกิดจากสารประกอบคาร์บอนในเชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

ต่อมนุษย์

1. CO จะรวมกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงแทนแก๊สออกซิเจนทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน เกิดผลต่อร่างกายตามระยะเวลาที่ได้รับ คือ ง่วง ปวดศีรษะ หน้ามืด ชัก คลื่นไส้ หัวใจเต้นแรงหมดสติ ตาย

1.6 โอโซน (Ozone) ประกอบด้วยธาตุออกซิเจน 3 อะตอม เป็นแก๊สสีฟ้าอ่อน กลิ่นฉุน เกิดจากการทำปฏิกิริยาของแสงอาทิตย์กับออกไซด์ของไนโตรเจนในอากาศ

ต่อมนุษย์

1. ระคายเคืองตา ระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ แน่นหน้าอก
2. ปอดทำงานแย่ลง เหนื่อยเร็ว

ต่อสภาพแวดล้อม ทำลายวัสดุประเภทยางให้เสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติ

ผลกระทบของสารพิษทางอากาศที่มีต่อพืช

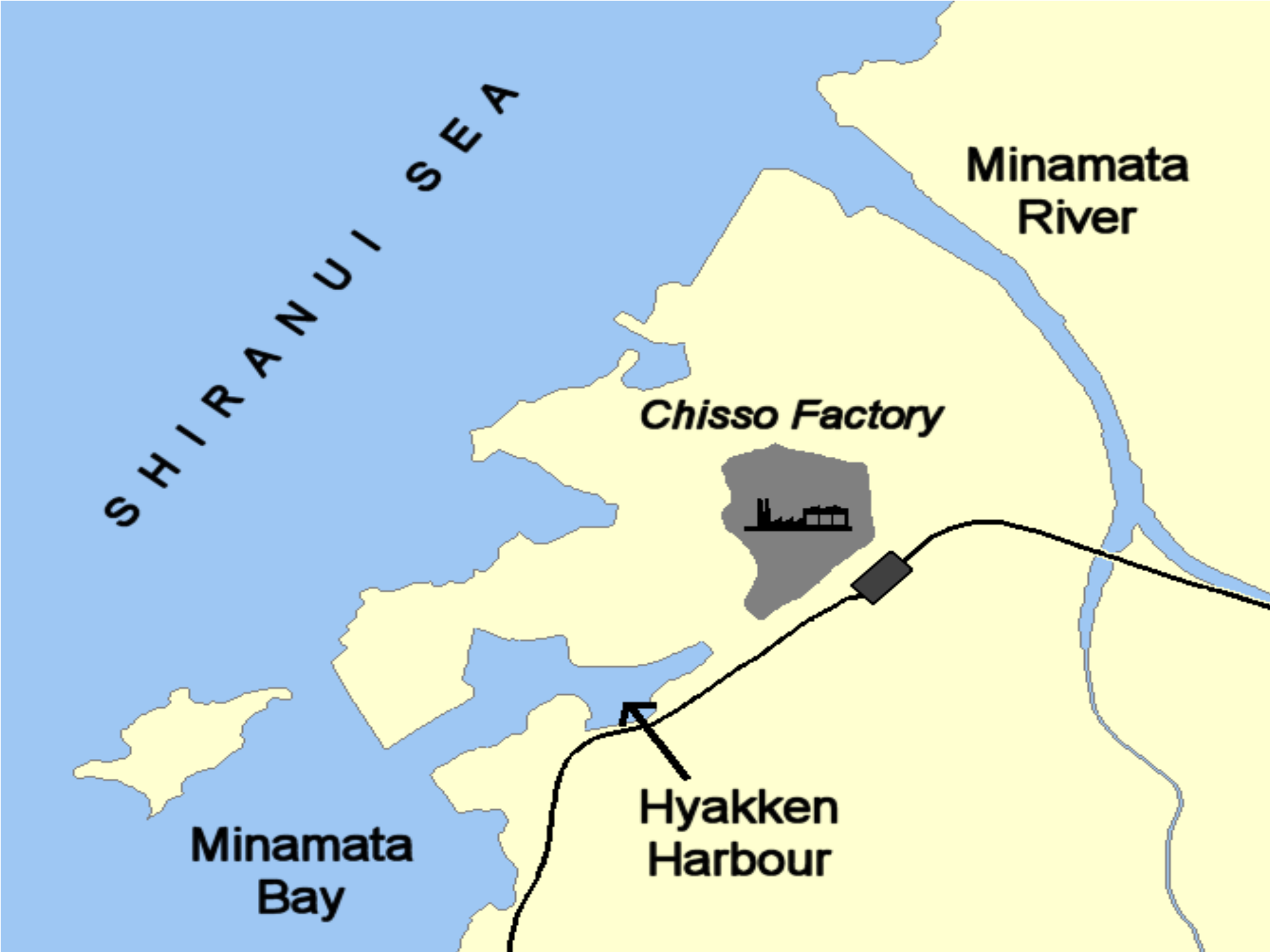
1. **Sulfur dioxide** เกิดจุดสีขาว (bleached spots) คลอโรฟิล์ดจะถูกทำลาย พืชจะแคระแกรน ผสมพันธุ์ไม่ติด
2. **Ozone** คลอโรฟิล์ดถูกทำลาย เกิดจุดสีขาวซีด มีรอยด่างเป็นแต้ม (stippling)
3. **Peroxy acetyl nitrate (PAN)** ผิวใบจะเรียบเป็นมันวาว (glazing) ออกสีเงิน (silvering)
4. **Nitrogen dioxide** พืชจะโตช้า ใบจะเหี่ยว เกิดรอยแผลตามขอบของใบสีขาวและน้ำตาล
5. **Hydrogen fluoride** ยอดใบและขอบใบจะไหม้ พืชจะเตี้ยแคระแกรน (dwarfing)

ผลกระทบต่อสัตว์ สัตว์เลี้ยงจะได้รับผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการกินหญ้าที่มีสารพิษชนิดต่าง ๆ ปนเปื้อนอยู่ ส่งผลทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรังต่อสัตว์

ผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศ ที่สำคัญคือ ภาวะฝนกรด pH จะต่ำกว่า 4 จะเกิดผลเสียต่อสัตว์น้ำ ทำให้ปลาตายในสภาวะเรียกว่า acid shock ทำให้โลหะต่าง ๆ ถูกทำลายแล้วปนเปื้อนในธรรมชาติมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดการเพิ่มขึ้นของ CO_2 ทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก (greenhouse effect) ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศของโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น

ผลกระทบจากสารพิษที่อยู่ในดินและในน้ำที่มีต่อมนุษย์และสัตว์

- **ปรอท** (Mercury) ที่เห็นเด่นชัดคือ **โรคมินามาตะ**ที่ประเทศญี่ปุ่นมีการปล่อยของเสียจากโรงงานผลิตสารเคมีและพลาสติกที่อ่าวมินามาตะ ปรอทเมื่อลงสู่แหล่งน้ำจะถูกแปรสภาพและดูดซึม โดยแบคทีเรียที่อยู่ตามตะกอนดิน เกิดการปนเปื้อนของปรอทในสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ


SHIRANUI SEA
Minamata River
Chisso Factory
Hyakken Harbour
Minamata Bay

อาการแพ้พิษ

พิษชนิดเฉียบพลัน

มักพบกับผู้ต้องการฆ่าตัวตาย โดยกินคลอไรด์ และไซยาไนด์ของปรอท เพียงได้รับแค่ 0.001 กรัม ก็เสียชีวิตได้ อาการที่เกิดจากการหายใจเอาควันของปรอทเข้าไป ทำให้เซลล์ทางเดินหายใจระคายเคือง ปอดอักเสบ เจ็บหน้าอก มีไข้ แน่นหน้าอก หายใจไม่ออก และตาย และพิษจากการกินปรอทเข้าไป 10 นาที มีอาการอาเจียน ทำให้ปากพองแดงไหม้ เลือดออก ปวดท้องอย่างรุนแรง ท้องร่วง อุจจาระเป็นเลือด เป็นลมสลบ และตาย

อาการแพ้พิษ

พิษชนิดเรื้อรัง

คล้ายพิษเฉียบพลัน แต่ไม่รุนแรง มีอาการปากอักเสบ กระเพาะอักเสบ ไตอักเสบ จะทำอันตรายแก่ระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เสียการควบคุมเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวแขน ขา และการพูด

ตะกั่ว

แหล่งใหญ่ที่ทำให้ตะกั่วเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ได้แก่ จากท่อไอเสียของยานพาหนะ จากโรงงานอุตสาหกรรม และด้านการเกษตรโดยผสมสารปราบศัตรูพืช สารประกอบตะกั่วมี 2 ชนิด คือ

- **สารประกอบอนินทรีย์ของตะกั่ว** (inorganic lead compounds) เช่น โลหะตะกั่ว ตะกั่วซัลเฟต ตะกั่วอะซิเตด
- **สารประกอบอินทรีย์ของตะกั่ว** (organic lead compounds) เช่น ตะกั่วเตตราเอทธิล

พิษของตะกั่ว

1. **พิษตะกั่วอินทรีย์** เป็นโรคของระบบประสาทส่วนกลาง มีอาการปวดศีรษะ ความคิดสับสน นอนไม่หลับ กระวนกระวาย หงุดหงิดฝันร้าย น้ำหนักตัวลด อุณหภูมิร่างกายลดต่ำลง ซึม ตาพร่า คลื่นไส้ตอนเช้า เบื่ออาหาร

2. **พิษตะกั่วอนินทรีย์** มีอาการท้องผูก ความรู้สึกทางเพศลดลง เกิดโรคโลหิตจาง ประจำเดือนขาด คอแห้ง กระหายน้ำ ปวดท้องแบบรุนแรงเป็นพัก ๆ บางครั้งท้องร่วงและอาเจียนเป็นพัก ๆ เป็นตะคริว บ่อย ๆ เฉพาะที่ขา ในรายที่มีระดับตะกั่วค่อนข้างสูง จะเกิดอาการกล้ามเนื้อที่ข้อมือ และข้อเท้าตก เป็นอัมพาต สมองจะบวม ชัก ไม่รู้สึกตัว และตายได้

โรคโลหิตจาง

เกิดจากร่างกายได้รับตะกั่วอนินทรีย์เข้าไป ตะกั่วขัดขวางการสร้างฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดง 2 จุดคือ

1. **จุดแรก** ขัดขวางการทำงานของ ALA-dehydrase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เปลี่ยน alanine ไปเป็น porphyrin ซึ่งรวมกับ Fe^{++} เป็น heme ผลคือเกิด coproporphyrin แทน และขับออกทางปัสสาวะ
2. **จุดที่สอง** ตะกั่วขัดขวางการรวมตัวระหว่าง globulin protein กับ heme ไปเป็นฮีโมโกลบิน

ตะกั่วยังสามารถขัดขวางการทำงานของฮีโมโกลบิน ที่มีอายุแล้วได้อีก

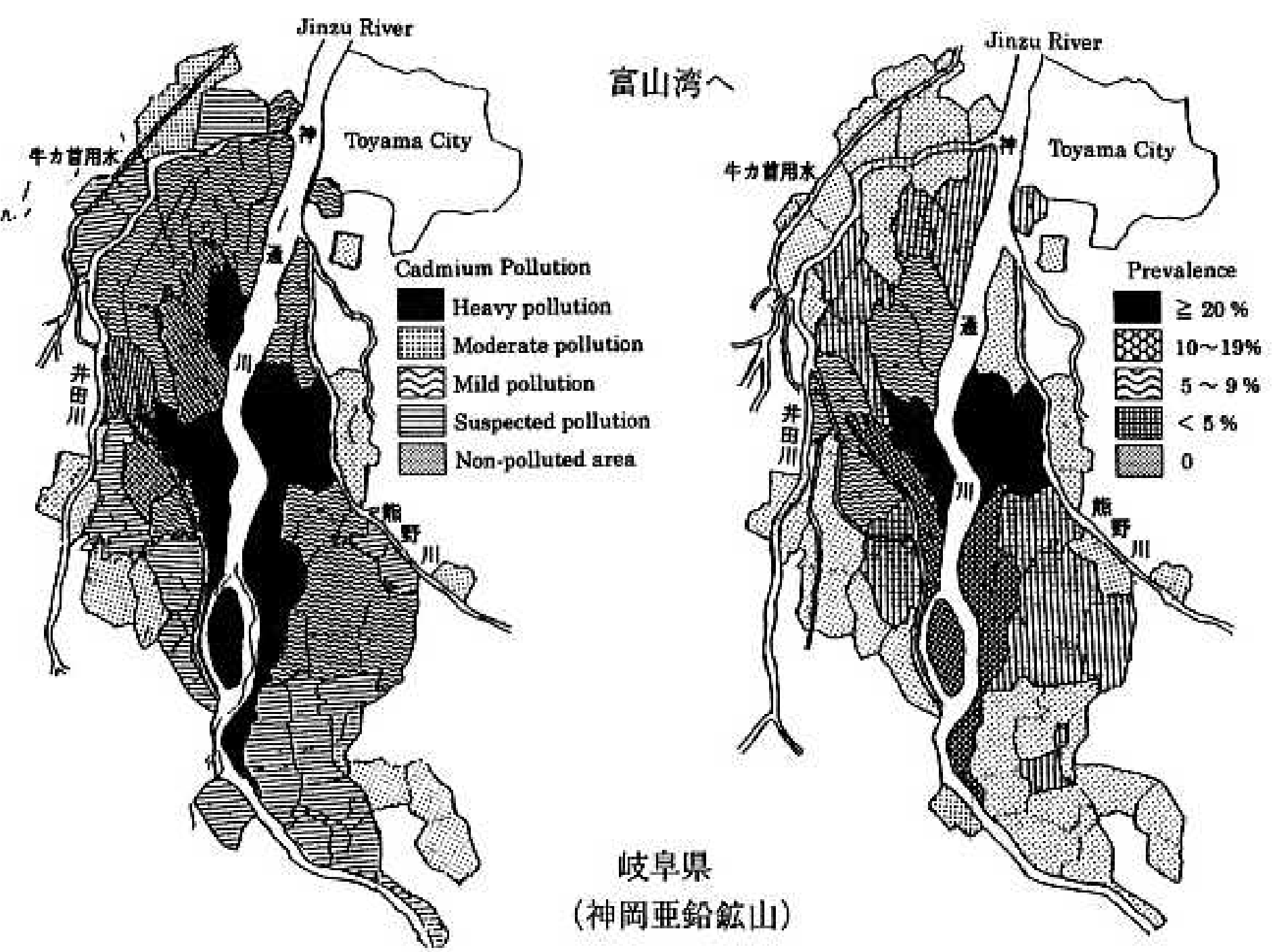
- เมื่อฮีโมโกลบินมีอายุมากขึ้น จะเปลี่ยนเป็น methemoglobin ซึ่งมีความสามารถนำพาออกซิเจนได้น้อยลง เม็ดเลือดแดงพออายุใกล้ 120 วัน ฮีโมโกลบินจะถูกเปลี่ยนเป็น methemoglobin ตะกั่วจะทำให้ฮีโมโกลบินเปลี่ยนเป็น methemoglobin เร็วขึ้น
- เร่งการทำงานของม้ามและตับในการกำจัดเม็ดเลือดแดง ซึ่งเป็นตัวการทำให้เกิดโรคโลหิตจาง

แคดเมียม (Cadmium)

พิษของแคดเมียม

การสะสมแคดเมียมในร่างกายสูง ทำให้คนหรือสัตว์เป็นหมันและเป็นมะเร็งได้ นอกจากนี้ทำให้เกิดความดันโลหิตสูง ก่อความเสียหายต่อตับและไต ในปี ค.ศ. 1968 ได้เกิด**โรค อิไต-อิไต (itai-itai)** ขึ้นกับประชากรบริเวณตอนล่างของแม่น้ำ Jintsu ที่ Toyama เกิดจากน้ำเสียที่รั่วซึม จากโรงงานถลุงแร่ทองแดง สังกะสี แคดเมียม ตะกั่ว และแร่ธาตุอื่น ๆ สู่ต้นแม่น้ำ มีคนป่วยและตายจากโรคนี้ 118 คน ผู้ป่วยเป็นโรคกระดูกอ่อน เนื่องจากพิษเรื้อรังของสารแคดเมียมที่ไต เป็นผลทำให้ร่างกายขาดแคลเซียม มีอาการปวดตามข้อมือ ข้อศอก ไหล่ เอว ขา หลัง และข้อต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ทำให้ข้อต่าง ๆ มีรูปร่างผิดปกติ และกระดูกหักง่าย เป็นมากในผู้หญิงวัยกลางคน

Itai-itai


Jinzu River
Toyama City
牛カ首用水
井田川
熊野川
Cadmium Pollution
Heavy pollution
Moderate pollution
Mild pollution
Suspected pollution
Non-polluted area
富山湾へ
Jinzu River
Toyama City
牛カ首用水
井田川
熊野川
Prevalence
≧ 20 %
10～19%
5 ～ 9 %
< 5 %
0

岐阜県
(神岡亜鉛鉱山)

สารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (Volatile Organic Compounds (VOCs))

- สารประกอบในกลุ่มนี้ เช่น benzene, chloroform, toluene, xylene และ trichloroethylene สารประกอบกลุ่มนี้กระจายสู่น้ำใต้ดินได้รวดเร็ว ถ้ามนุษย์หรือสัตว์บริโภคเข้าไปจะเกิดอาการปวดศีรษะ ความจำเสื่อม เป็นพิษต่อไต ส่งผลให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวในเด็ก

สิ่งที่ก่อให้เกิดการกลายและสิ่งที่ก่อมะเร็งในสภาพแวดล้อม (Mutagen and Carcinogen)

1. อาหาร เช่น อฟลาท็อกซิน พบในถั่วลิสง กระเทียม อะเรโคลีนจากผลหมาก สีผสมอาหารบางชนิด น้ำตาลเทียมพวกซัคคาริน สารเอ็นไนโตรซามีนในแหนม ไส้กรอก สารถนอมอาหาร
2. ยา ได้แก่ ยาต้านมะเร็ง ยาปฏิชีวนะ ยารักษาโรคติดเชื้อ ยาแก้ปวดแก้ไข้ ยาคุมกำเนิดและฮอร์โมนเพศ
3. อากาศ ได้แก่ เขม่า ควันบุหรี่ ใยหิน สารอื่น ๆ จากโรงงานอุตสาหกรรม
4. เครื่องสำอาง ได้แก่ ใยหินในแป้งแข็ง แป้งฝุ่น แป้งเด็ก สเปรย์ระงับกลิ่นตัว สเปรย์ฉีดผม สีที่ใช้ผสมในลิปสติก

ผลกระทบของสารพิษต่อมนุษย์

1. **การเป็นสารที่ทำให้เกิดการกลาย (Mutagenicity)** การกลายของเซลล์ร่างกายอาจทำให้ไม่สามารถควบคุมการแบ่งเซลล์หรือการเจริญเติบโตนั้นได้ ทำให้มีเซลล์มากเกินความจำเป็นจนผิดปกติกลายเป็นเนื้องอก (tumor) แบ่งเป็น 2 ชนิด

- เนื้องอกชนิดธรรมดา (benign tumor) เป็นเนื้องอกที่เกิดที่อวัยวะใดอวัยวะหนึ่ง ไม่แพร่กระจายออกไปยังเนื้อเยื่อหรืออวัยวะอื่น ๆ
- เนื้องอกชนิดร้ายแรง (malignant tumor) หรือมะเร็ง (cancer) เป็นเนื้องอกที่เกิดที่อวัยวะใดอวัยวะหนึ่งแล้วสามารถแพร่กระจายไปตามอวัยวะต่าง ๆ ที่อยู่ข้างเคียงหรืออยู่ห่างออกไปทั่วร่างกาย โดยเข้าสู่กระแสเลือด น้ำเหลือง และของเหลวในช่องท้อง

ผลกระทบของสารพิษต่อมนุษย์

2. **การเป็นสารที่ก่อเกิดมะเร็ง (carcinogenicity)** เมื่อมีปัจจัยมากระตุ้นยีนเหล่านี้จะเกิดการกลายในเซลล์ร่างกายทำหน้าที่ผิดปกติจนเป็นมะเร็งขึ้น มะเร็งมีแนวโน้มเกิดในเซลล์ที่มีการแบ่งเซลล์เมื่อเป็นผู้ใหญ่ เช่น ไดออกซิน (p – Dioxin), เบนซิน (Benzene), คลอเดน (Chlordane)

ผลกระทบของสารพิษต่อมนุษย์

3. ความผิดปกติที่เกิดกับตัวอ่อนในครรภ์ (tetratogenicity)

- ทาลิโดไมด์ (Thalidomide) เป็นยาที่ช่วยบรรเทาอาการคลื่นไส้อาเจียนในตอนเช้า (morning sickness) ในระหว่างช่วง 3 เดือนแรกของการตั้งครรภ์ ยาจะส่งผลให้ตัวอ่อนในครรภ์ผิดปกติในเรื่องการเจริญของรูปแบบและโครงสร้างของอวัยวะที่จะเจริญเป็นแขน ขา หู และหัวใจ เกิดภาวะที่แขนขาสั้นผิดปกติ มือเท้าติดกับลำตัว หรือ phocomelia และ amelia