

— NEW YORK TIMES BEST SELLER —



# THE DISAPPEARING SPOON



# ใครเห็นก็ว่ายาก!

แต่มันมีอะไรที่มากกว่า

# สัญลักษณ์เคมี



ทำไมสไลต์แคดเมียม หักก๊อตซิลล่าได้



ทำไมคานธีเกลียดไอโอดีน



ทำไมมารีคูรี เกือบเสียชีวิตเพราะเรเดียม



ปะติดปะต่อเรื่องราวทั้งประวัติศาสตร์, ตำนาน, การเงิน, การแพทย์ และอื่นๆ อีกมากมาย  
ที่ซ่อนตัวอยู่ในตารางที่คุณ (โคตรเกลียด และ) ไม่เข้าใจสมัยมัธยม

แซม คีน (Sam Kean) เขียน รศ.ยุทธนา ตันติรุ่งโรจน์ชัย แปล



|            |   |
|------------|---|
| บทนำ ..... | 1 |
|------------|---|

## Part I: กำเนิดตารางธาตุ จากแถวสู่แถว จากหมู่สู่หมู่

### CHAPTER 1:

|                        |    |
|------------------------|----|
| ภูมิศาสตร์ของธาตุ..... | 13 |
|------------------------|----|

### CHAPTER 2:

|                        |    |
|------------------------|----|
| บิดาของตารางธาตุ ..... | 32 |
|------------------------|----|

### CHAPTER 3:

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| วงศาคณาญาติ: การลำดับธาตุ..... | 51 |
|--------------------------------|----|

## Part II: อะตอมสร้างได้ ก็ทำลายได้

### CHAPTER 4:

|                     |    |
|---------------------|----|
| อะตอมมาจากไหน ..... | 65 |
|---------------------|----|

### CHAPTER 5:

|                    |    |
|--------------------|----|
| ธาตุกับสงคราม..... | 77 |
|--------------------|----|

### CHAPTER 6:

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| ตีแตก...เติมเต็มตารางธาตุ..... | 94 |
|--------------------------------|----|

### CHAPTER 7:

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| แข่งขันสร้างธาตุ ขยายตาราง สร้างสงครามเย็น ..... | 116 |
|--------------------------------------------------|-----|

Part III: ความผิดพลาดและการแข่งขัน

CHAPTER 8:

ผิดหลักเคมี..... 138

CHAPTER 9:

เขตแดนของว้ายร้าย “โอ้ย โอ้ย” .....153

CHAPTER 10:

เคมีและการรักษาโรค .....170

CHAPTER 11:

ธาตุหลอกคุณได้อย่างไร .....186

Part IV: ว่าด้วยธาตุกับความเป็นมนุษย์

CHAPTER 12:

ธาตุกับการเมือง.....200

CHAPTER 13:

ธาตุในฐานะเงินตรา.....223

CHAPTER 14:

สุนทรีย์ธาตุ .....240

CHAPTER 15:

ธาตุแห่งความเพียร.....254

## CONTENTS

---

### Part V: ศาสตร์แห่งธาตุในปัจจุบันและอนาคต

#### CHAPTER 16:

เคมีที่อุณหภูมิต่ำมาก.....274

#### CHAPTER 17:

วิทยาศาสตร์ของฟองสบู่.....286

#### CHAPTER 18:

เครื่องมือความเที่ยงสูง .....295

#### CHAPTER 19:

อนาคตของตารางธาตุ .....318

ตารางธาตุ Periodic Table of the Elements .... 332

กิตติกรรมประกาศ..... 334

อภิธานศัพท์..... 337

บรรณานุกรม ..... 341

บทที่  
**5**

## ธาตุกับสงคราม

### ELEMENTS IN TIMES OF WAR

ไม่ว่าการระเบิดซูเปอร์โนวาจะกระจายธาตุไปทั่วทุกทิศทุกทาง ไม่ว่าโลกขณะหลอมเหลวจะปั่นกระจัดกระจายธาตุไปเพียงใด แต่โลกก็ลงเอยด้วยการมีแร่ธาตุบางชนิดมากเป็นพิเศษในบางพื้นที่ และบางครั้ง เช่น กรณีของเมืองอิตเตอร์บี ประเทศสวีเดน มันมีส่วนสร้างสรรค์ให้เกิดความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ แต่บ่อยครั้ง ที่มันเป็นบ่อเกิดของความโกลาและการทำลายล้าง โดยเฉพาะเมื่อธาตุหายากเหล่านั้นถูกนำไปใช้เพื่อการพาณิชย์หรือการสงคราม หรือเพื่อทั้งสองวัตถุประสงค์พร้อมกัน



## วิทยาศาสตร์ด้านดีและด้านเลว



การใช้สารเคมีเป็นอาวุธเริ่มต้นขึ้นในยุคกรีกโบราณ เมื่อชาวสปาร์ตันพยายามรบกับชาวเอเธนส์เพื่อให้ยอมจำนนด้วยการใช้เทคโนโลยีทางเคมีทันสมัยที่สุดเท่าที่มีในเวลานั้น ซึ่งได้แก่ การใช้ควันไฟ แต่ก็ไม่ประสบความสำเร็จ

แต่บทความนี้มีความก้าวหน้าด้านอาวุธเคมีเลยในช่วงเวลา 2,400 ปีต่อมาจนกระทั่งถึงช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 1 ในช่วงเวลานั้นประเทศส่วนใหญ่เริ่มตระหนักถึงอันตรายที่อาจเกิดจากสารเคมีทำให้ประเทศที่มีความก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์ (ยกเว้นแค่เพียงประเทศเดียว) ร่วมกันเซ็นอนุสัญญากรุงเฮก (Hague Convention) ในปี 1899 เพื่อห้ามการใช้อาวุธเคมีในการสงคราม แต่ประเทศสหรัฐอเมริกาที่ไม่ร่วมเซ็นรับข้อตกลงก็ให้ประเด็นน่าคิด การห้ามใช้แก๊สพิษซึ่งในเวลานั้นไม่ได้อันตรายมากไปกว่าสเปรย์พริกไทย

ดูเหมือนเป็นเรื่องเกินความจำเป็น หากเปรียบเทียบกับภารกิจที่แต่ละประเทศพร้อมฆ่าคนด้วยปืนหรือจมเรือรบด้วยตอร์ปิโด ส่งผลให้ทหารเรือจำนวนมากจมน้ำตายกลางทะเลเล็ก อย่างไรก็ตามก็ดี ประเทศอื่นที่เซ็นยอมรับอนุสัญญากรุงเฮกก็ทำผิดสัญญาแทบจะทันที

ในช่วงแรก งานวิจัยที่ทำกันอย่างลับๆ เกี่ยวกับอาวุธเคมีเน้นไปที่สารโบรมีน โบรมีนนั้นระคายเคืองตาและจมูกเป็นอย่างมาก ในปี 1910 นักเคมีที่ทำวิจัยเพื่อการทหารได้พัฒนาสารเคมีจากโบรมีนซึ่งออกฤทธิ์รุนแรงมากจนแม้แต่ชายฉกรรจ์ก็ทนไม่ไหว ต้องล้มทรุดลงไปอยู่กับพื้นพร้อมอาการสับสนอย่างรุนแรง

เนื่องจากอนุสัญญากรุงเฮกเกี่ยวข้องกับเรื่องการสงครามเท่านั้น ในปี 1912 รัฐบาลฝรั่งเศสจึงตัดสินใจใช้ เอทิล โบรโมอะซิเตท ในการจับกุมกลุ่มโจรปล้นธนาคาร เรื่องเล่าปากต่อปากเกี่ยวกับการจับกุมครั้งนี้แพร่กระจายไปยังชาวบ้านรอบข้างซึ่งพวกเขามีสิทธิ์จะกังวลกับอันตรายจากวิธีการจับกุมเช่นนี้ และเมื่อสงครามโลกครั้งที่ 1 เริ่มต้นในเดือนกันยายน ปี 1914 ทหารฝรั่งเศสได้ยิงลูกระเบิดบรรจุโบรมีนไปยังทหารเยอรมันที่รุกเคลื่อนกำลังพลเข้าใกล้

แต่ทหารฝรั่งเศสก็ไม่ได้โชคดีไปกว่าชาวสปาตัน ลูกระเบิดตกลงบนพื้นที่ราบที่มีลมแรง แก๊สพิษจึงแทบไม่ส่งผลใดๆ ด้วยความ

ที่มันถูกลมพัดกระจายไปก่อนที่จะทหารเยอรมันจะตระหนักว่าพวกเขาถูก “โจมตี” อาจถูกต้องกว่าหากจะกล่าวว่า ลูกระเบิดแก๊สพิษไม่ได้ส่งผลในทันที แต่กลับมีผลในรูปของข่าวลือแพร่กระจายสู่ฝูงชนผ่านหนังสือพิมพ์ของคู่ขัดแย้งทั้งสองฝ่าย ฝรั่งเศสใช้ข่าวลือเรื่องแก๊สพิษเพื่อประโยชน์ฝั่งตน โดยกล่าวหาว่า กรณีมีผู้เสียชีวิตจากพิษของคาร์บอนมอนอกไซด์ในค่ายทหารนั้น เกิดจากน้ำมือทหารฝรั่งเศส แล้วทำไมทหารเยอรมันถึงต้องสร้างข่าวเช่นนี้ ก็เพื่อสร้างความชอบธรรมให้แก่โปรแกรมอาวุธเคมีของพวกเขานั่นเอง

ไม่ช้า หน่วยวิจัยอาวุธแก๊สเคมีของเยอรมันก็พัฒนาก้าวหน้าไปไกลกว่าที่อื่นจากพลังสติปัญญาของนักเคมีสำคัญคนหนึ่ง ฟริตซ์ ฮาเบอร์ (Fritz Haber) ชายหัวล้านไว้หนวดคนนี้อือเป็นหนึ่งในสุดยอดนักเคมีของโลก เขาถือเป็นหนึ่งในนักวิทยาศาสตร์คนสำคัญในช่วงปี 1900 เมื่อการค้นพบของเขาได้เปลี่ยนโลกไปโดยสิ้นเชิง ฮาเบอร์ค้นพบวิธีเปลี่ยนสารเคมีที่พบได้ทั่วไปนั่นคือ แก๊สไนโตรเจน ( $N$  เป็นธาตุลำดับที่ 7) ในอากาศ ให้กลายเป็นผลผลิตเชิงอุตสาหกรรม โดยฮาเบอร์คิดค้นกระบวนการที่จะ “ตรึง” ไนโตรเจนขึ้นมา ซึ่งกระบวนการดังกล่าวช่วยให้เขาสามารถเปลี่ยนอากาศ (ที่มีแก๊สไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ) ให้เป็นแก๊สแอมโมเนีย ( $NH_3$ ) ซึ่งเป็นสารเคมีสำหรับใช้ผลิตปุ๋ยเคมีและเมื่อปุ๋ย

เคมีสามารถหาซื้อได้ในราคาถูก เกษตรกรก็ไม่จำเป็นต้องจำกัดการ  
บำรุงดินด้วยการใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักจากมูลสัตว์หรือซากพืชอีก  
ต่อไป แม้แต่ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 ผลงานของฮาเบอร์ก็น่าจะ  
มีส่วนช่วยชีวิตผู้คนนับล้านไม่ให้เสียชีวิตจากความอดอยาก ต้อง  
ขอบคุณฮาเบอร์ที่ทำให้มนุษย์มีผลผลิตอาหารเพียงพอที่จะเลี้ยง  
ประชากรโลกกว่า 7.5 พันล้านคนในปัจจุบัน

ฮาเบอร์ไม่ได้สนใจแค่เรื่องปุ๋ยเท่านั้น เขาต้องการวิธีผลิต  
แอมโมเนียราคาถูกสำหรับให้เยอรมันนำไปใช้สร้างวัตถุระเบิดที่มี  
ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เป็นเรื่องน่าเศร้าที่ในประวัติศาสตร์โลก  
มักเกิดคนอย่างฮาเบอร์ขึ้นมาอยู่เรื่อยๆ คนที่พลิกเอาความก้าวหน้า  
ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องจักรสังหาร เรื่องราวของฮาเบอร์  
นั้นช่างมืดมนยิ่งนัก ด้วยเขาเป็นนักเคมีชั้นยอด หลังจาก  
สงครามโลกครั้งที่ 1 อุบัติขึ้น ผู้นำทหารของเยอรมันได้ว่าจ้าง  
ฮาเบอร์เพื่อดูแลหน่วยงานวิจัยอาวุธแก๊สพิษ แม้เขาตั้งใจจะหารายได้  
จากสัญญาของรัฐที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย แต่ฮาเบอร์ก็ไม่อาจหยุด  
โครงการวิจัยอื่นๆ ที่ทำอยู่ได้ในทันที ภายในไม่ช้า หน่วยวิจัยนี้  
ก็ถูกเรียกขานกันในนาม “สำนักงานของฮาเบอร์” ฮาเบอร์ ผู้เป็น  
ยิวซึ่งในเวลานั้นเขาอายุได้ 46 ปี (เขายอมเปลี่ยนศาสนาเป็นนิกาย  
ลูเทอแรน (Lutheranism) เพื่อความก้าวหน้าในอาชีพ) ก็ได้รับการ  
เลื่อนยศจนเป็น กัปตัน

## การค้นพบแสนอันตราย

ฮาเบอร์ไม่ใช่นักวิทยาศาสตร์คนแรกที่การค้นพบ นำมาซึ่งการทำลายล้าง และเขาเองก็ไม่ใช่คนสุดท้าย รายงานต่อไปนี้เป็นนักวิทยาศาสตร์บางคนที่ใช้วิทยาศาสตร์ไปเพื่อการทำลายล้าง

ในช่วง 200 ปีก่อนคริสตกาล อาร์คิมิดีส (Archimedes) นักคณิตศาสตร์และนักประดิษฐ์ใช้กระจกและแสงจากดวงอาทิตย์เพื่อส่ง "รังสีพิฆาต" ไปยังเรือรบชาวโรมันจนเรือรบเกิดไฟไหม้

อัลเฟรด โนเบล (Alfred Nobel) วิศวกรเคมีชาวสวีเดน (ใช่แล้วครับ รางวัลโนเบลตั้งชื่อตามชายคนนี้) พยายามค้นหาวิธีผลิตวัตถุระเบิดอย่างปลอดภัย เขาประสบความสำเร็จในปี 1864 และตั้งชื่อการค้นพบนี้ว่า ไดนาไมต์ (Dynamite) มันถูกใช้ระเบิดภูเขา สร้างอุโมงค์สำหรับทำทางรถไฟและถนนไปทั่วโลก แน่นอนว่า ไดนาไมต์ยังถูกใช้เพื่อทำลายล้างชีวิตจำนวนมากด้วยเช่นกัน

ก่อนที่ เวอร์เนอร์ ฟอน บราวน์ (Werner von Braun) จะช่วยองค์การนาซา (NASA) ส่งเอกซ์พลอเรอร์ 1 (Explorer 1) ดาวเทียมดวงแรกขึ้นสู่วงโคจรโลกได้สำเร็จ ในปี 1958 ทั้งยังช่วยพัฒนายานร่อนนำมนุษย์คนแรกขึ้นไปเหยียบดวงจันทร์ ฟอน บราวน์เคยทำงานให้กับนาซีในเยอรมันมาก่อน ด้วยความที่เขาสนใจในการท่องอวกาศ แต่เขาก็กลับลงเอยด้วยการมีส่วนช่วยสร้างจรวด V-1 และ V-2 ให้กับนาซี ซึ่งถูกนำไปใช้ฆ่าคนจำนวนมาก

นักเคมีหนุ่มจำนวนมากอาสาทำงานกับฮาเบอร์ ด้วยด้านอาวุธเคมีของเยอรมันล้าหลังฝรั่งเศสไปมาก แต่ในช่วงต้นปี 1915 เยอรมันก็ค้นพบอาวุธซึ่งเป็นดั่งคำตอบต่อแก๊สน้ำตาของฝรั่งเศส ทหารเยอรมันทดลองใช้กระสุนบรรจุแก๊สดังกล่าวกับกองทัพอังกฤษ (แทนที่จะเป็นกองทัพฝรั่งเศส) โชคดีที่แก๊สถูกลมพัดไปจนสิ้น เหมือนเช่นกรณีการใช้แก๊สพิษครั้งแรกของกองทหารฝรั่งเศส ทหารอังกฤษจึงไม่รู้ตัวเลยว่ากำลังถูกโจมตีด้วยแก๊สพิษ

แต่ทหารเยอรมันก็ไม่ยอมแพ้ พวกเขาอยากทุ่มเททรัพยากรที่มีอยู่ให้กับการพัฒนาอาวุธเคมี แต่มีปัญหาหนึ่งที่ยังค้างคาอยู่ นั่นคืออนุสัญญากรุงเฮกอันน่ารำคาญนั่นเอง

ความที่ผู้นำทางการเมืองไม่อยากจะละเมิดสัญญา (อย่างเป็นทางการ) ทางออกจึงเป็นการตีความอนุสัญญากรุงเฮกอย่างเลื่องลือ ผู้นำเยอรมันถือว่าเมื่อตอนที่พวกเขาเซ็นสัญญานั้น พวกเขาตกลงที่จะ “ละเว้นจากการใช้กระสุนยิงระยะไกล (Projectile) ซึ่งทำหน้าที่ปลดปล่อยแก๊สอันตรายหรือแก๊สที่ทำให้หายใจไม่ออกแต่เพียงอย่างเดียว” ทหารเยอรมันแสนเจ้าเล่ห์เลยถือว่า หากกระสุนปลดปล่อยทั้งแก๊สและเศษกระสุน (Shrapnel) ก็จะไม่ขัดข้อตกลงที่เคยเซ็นไว้ พวกเขาต้องอาศัยความรู้ทางวิศวกรรมในการพัฒนากระสุน

ชนิดใหม่ขึ้นมา เนื่องจากโบรมีนเหลวซึ่งระเหยเป็นแก๊สเมื่อตกกระทบนั้น ยากต่อการควบคุม ในที่สุดพวกเขาก็ประสบความสำเร็จ

หัวกระสุนขนาดยาว 15 เซนติเมตรบรรจุด้วยสารประกอบไซลิลโบรมไนด์ (Xylyl Bromide) ซึ่งเป็นสารระคายเคืองตาอย่างรุนแรงก็พร้อมถูกนำไปใช้ในช่วงต้นปี 1915 ทหารเยอรมันเรียกมันว่า ไวส์ครอยซ์ (Weisskreuz หรือกากบาทขาว) พวกเขาใช้กากบาทขาวกว่า 18,000 ลูกกับกองทัพรัสเซียในแนวรบฝั่งตะวันออก แต่ความพยายามครั้งนี้ล้มเหลวยิ่งกว่าครั้งแรกเสียอีก เพราะด้วยอุณหภูมิในรัสเซียที่ต่ำมากจนของเหลวไซลิลโบรมไนด์เย็นตัวกลายเป็นของแข็งแทนที่จะเป็นแก๊ส!!

หลังจากการใช้โบรมีนล้มเหลวถึงสองครั้ง ฮาเบอร์จึงหันความสนใจไปยังธาตุอื่นที่สัมพันธ์ทางเคมีกับโบรมีน ซึ่งในกรณีนี้ได้แก่คลอรีน (ธาตุอันดับที่ 17) ในหมู่ 17 ของตารางธาตุ คลอรีนมีตำแหน่งอยู่เหนือโบรมีน นอกจากนี้ หากสูดดมคลอรีนเข้าไปจะเกิดอันตรายมากกว่าโบรมีนเสียอีก ด้วยความที่คลอรีนมีขนาดเล็กกว่า (คลอรีนหนึ่งอะตอมหนักไม่ถึงครึ่งหนึ่งของอะตอมโบรมีน) คลอรีนจึงสามารถเข้าทำลายเซลล์ร่างกายได้รวดเร็วกว่าโบรมีน คลอรีนทำให้ผิวหนังของเหยื่อเปลี่ยนสีเป็นสีเหลือง เขียว และดำ

อีกทั้งยังเข้าทำลายเซลล์ดวงตาด้วย ความจริงแล้ว เหยื่อจะเสียชีวิตจากอาการน้ำท่วมปอดเมื่อเกิดของเหลวสะสมในปอด หากคิดว่าโบรมีนแย่มากแล้ว คลอรีนนั้นอันตรายมากขึ้นไปอีก ระดับเลย ในไม่ช้าทหารอีกฝั่งต่างรู้สึกหวาดกลัวต่อกรุนครอยซ์ (Grunkreuz) หรือ “กากบาทเขียว” ที่ทำจากคลอรีน และเบลาครอยซ์ (Blaukreuz) หรือ “กากบาทน้ำเงิน” และเกลบ์ครอยซ์ (Gelbkreuz) หรือ “กากบาทเหลือง” ซึ่งเป็นสารทำลายผิวหนัง ทำให้เกิดตุ่มพุพอง (Blister Agent) หรือที่รู้จักในนาม แก๊สมัสตาร์ด (Mustard Gas)

ในเดือนเมษายน 1915 ฮาเบอร์เข้ากับการโจมตีด้วยแก๊สพิษที่ประสบความสำเร็จเป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์ การโจมตีครั้งนี้ทำให้ทหารฝรั่งเศสที่ยังไม่ทันตั้งตัวกว่าห้าพันคนต้องพบกับอาการแสบไหม้ เกิดแผลเป็น ขณะอยู่ในสนามเพลาะใกล้เมืองอีเปร (Ypres) นอกจากนี้ในยามว่าง ฮาเบอร์ยังได้ค้นคว้าพัฒนางานทางชีวภาพเกี่ยวกับการใช้อาจุเคมี ชื่อ กฎของฮาเบอร์ เพื่อช่วยคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของแก๊สพิษ เวลาที่สัมผัสแก๊สและอัตราการเสียชีวิต ซึ่งกฎแบบนี้คงต้องใช้ข้อมูลการทดลองอันน่าหดหู่จำนวนมากในการพัฒนาขึ้นมา

แม้เยอรมันจะมีฮาเบอร์ แต่ที่สุดแล้ว เยอรมันก็พ่ายแพ้ในสงครามโลกครั้งที่ 1 และถูกประณามไปทั่วว่าเป็นชาติวายร้าย

แต่ปฏิกิริยาจากนานาชาติต่อฮาเบอร์นั้นเป็นเรื่องซับซ้อนยิ่งนัก ด้วยในปี 1919 ก่อนที่ฝนควันปิ่น (หรือควันแก๊สพิษ) แห่งสงครามโลกครั้งที่ 1 จะสงบลง ฮาเบอร์ได้รับรางวัลโนเบลสาขาเคมีในปี 1918 สำหรับกระบวนการผลิตแอมโมเนียจากแก๊สไนโตรเจน (รางวัลโนเบลถูกระงับไปในช่วงสงคราม) แต่หนึ่งปีให้หลัง เขาก็ถูกตั้งข้อหาเป็นอาชญากรสงครามจากการมีบทบาทพัฒนาอาวุธเคมี ซึ่งทำให้ผู้คนนับแสนต้องพิการและส่งผลคุกคามต่อผู้คนอีกนับล้าน นี่เปรียบเสมือนคุณค่าทางบวกและทางลบที่ขัดแย้งและเกือบหักล้างกันเอง มีผลให้ในที่สุด ฮาเบอร์ก็ไม่ได้ถูกนำตัวไปขึ้นศาลเพื่อพิจารณาคดี

ด้วยความรู้สึกอับอายต่อหนี้สินจำนวนมหาศาลที่ประเทศเยอรมันต้องชดใช้ให้แก่ฝ่ายสัมพันธมิตร ฮาเบอร์ได้ใช้เวลา 6 ปีพยายามสกัดทองคำที่ละลายอยู่ในน้ำทะเล เพื่อนำทองคำไปชดใช้หนี้ แต่มันเป็นไปได้แค่ฝัน ฮาเบอร์พยายามพัฒนาโครงการวิจัยอื่นขึ้นมา แต่ส่วนใหญ่ก็ไม่ค่อยมีประโยชน์นัก สิ่งหนึ่งที่ฮาเบอร์ให้ความสนใจในช่วงเวลานั้น (นอกเหนือจากการพยายามเสนอตัวเองไปเป็น

ผู้เชี่ยวชาญด้านอาวุธแก๊สให้กับสหภาพโซเวียต) คือ ยาฆ่าแมลงฮาเบอร์พัฒนา ไฮคลอน เอ (Zyklon A) ขึ้นมาก่อนสงคราม ซึ่งหลังสงคราม บริษัทเคมีของเยอรมันได้พยายามปรับปรุงสูตรเคมีเพื่อให้ได้เป็นแก๊สยาฆ่าแมลงรุ่นสองที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม

แต่ในที่สุด เมื่อระบอบใหม่ที่ไม่จดจำเรื่องอดีตเข้ามามีอำนาจเยอรมันและนาซีก็ขับไล่ฮาเบอร์ผู้รักชาติออกจากประเทศ เนื่องจากการมีเชื้อชาติยิว ฮาเบอร์เสียชีวิตในปี 1934 ขณะเดินทางไปยังปาเลสไตน์เพื่อหาที่ลี้ภัย ขณะเดียวกัน งานวิจัยด้านยาฆ่าแมลงก็ดำเนินต่อไป ภายในไม่กี่ปีหลังจากนั้น ทหารนาซีก็ฆ่าล้างเผ่าพันธุ์ชาวยิวนับล้าน ซึ่งรวมถึงบรรดาญาติของฮาเบอร์ ด้วยไฮคลอน บี แก๊สพิษรุ่นที่สองที่ต่อยอดมาจากการงานของฮาเบอร์นั่นเอง

## สงครามยุคใหม่

⋮

ในอดีต ขณะที่ธาตุ เช่น คลอรีนและโบรมีนถูกใช้ในสงคราม แต่มีธาตุอีกหลายชนิดที่ก่อ (หรืออย่างน้อยก็มีส่วนส่งเสริม) ให้เกิดสงคราม และก็ไม่ใช้สงครามในอดีตที่นานแสนนาน แต่เป็นสงครามเมื่อไม่นานนี้เอง

อาจฟังดูเหมาะสมดีที่ธาตุ 2 ชนิดในธาตุกลุ่มนี้ถูกตั้งชื่อตามไนโอบี (Niobe) เทพปกรณัมกรีก ซึ่งถูกเชื่อมโยงกับความทุกข์ทรมานแสนสาหัส ด้วยไนโอบีทำให้เทพเจ้ากริ้วจากการโอ้อวดถึงบุตรี่แสนสวยทั้ง 7 และบุตรชายแสนหล่อเหลาทั้ง 7 ของเธอ เทพเจ้าแห่งโอลิมปัสจึงฆ่าบุตรทั้ง 14 คนของเธอ ขณะที่ แทนทาลัส (Tantalus) บิดาของไนโอบี ก็ได้ฆ่าบุตรชายแล้วนำเอาเนื้อมาปรุงอาหารเลี้ยงแขก (ด้วยเหตุผลที่ไม่ชัดเจนนัก) และเพื่อเป็นการลงโทษ แทนทาลัสจึงถูกสาปให้ยืนแช่ในแม่น้ำ โดยมีระดับถึงแค่คอและมีกิ่งไม้เต็ม

ไปด้วยผลไม้ห้อยอยู่เหนือจมูกจนชั่วกาลปาวसान เมื่อใดก็ตามที่ เขาพยายามกินผลไม้หรือดื่มน้ำ ผลไม้จะขยับหนีไปเกินเอื้อมถึง หรือระดับน้ำในแม่น้ำก็จะลดต่ำลงจนไม่อาจดื่มน้ำดับกระหายได้ ขณะที่สภาพยากจะบรรยายและความสูญเสียได้สร้างความทุกข์ ทรมานแก่แทนทาลัสและไนโอบี แต่กลับกลายเป็นธาตุที่ตั้งชื่อตาม เทพทั้งสอง ซึ่งพบมากในแอฟริกากลางที่มีส่วนสร้างความทุกข์ ทรมานและความเสียหายแก่ประเทศที่ครอบครองมัน

เป็นไปได้อย่างมากที่คุณจะมีแทนทาลัม (ธาตุลำดับที่ 73) หรือ ไนโอเบียม (ธาตุลำดับที่ 41) อยู่ในร่างกาย ธาตุทั้งคู่เป็นโลหะความ หนาแน่นสูง ไม่เป็นสนิม ทนต่อความร้อนได้ดี ทั้งยังเก็บประจุได้ดี ทำให้มันเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการผลิตโทรศัพท์มือถือ

ในช่วงกลางทศวรรษ 1990 ผู้ผลิตโทรศัพท์มือถือเกิดความ ต้องการใช้โลหะทั้งสองชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แทนทาลัม ซึ่ง แหล่งผลิตที่ใหญ่ที่สุดอยู่ที่สาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก (Democratic Republic of Congo) ซึ่งในเวลานั้นมีชื่อว่า ซาอีร์ (Zaire) คองโกนั้นตั้งอยู่ถัดจาก รวันดา (Rwanda) ในแอฟริกากลาง คุณ อาจเคยรู้ถึงประวัติศาสตร์การฆ่าล้างเผ่าพันธุ์ในรวันดาเมื่อช่วง กลางทศวรรษ 1990 ที่ผู้คนนับแสนคนถูกฆาตกรรม ในปี 1996 รัฐบาลรวันดาที่ถูกขับไล่ หลบถ้อยเข้าไปยังคองโก ซึ่งในเวลานั้นดู

เป็นเหมือนแค่การขยายความขัดแย้งระหว่างชาววันดาออกไปทางฝั่งตะวันตกเพียงไม่กี่ไมล์ แต่ที่สุดแล้วมี 9 ประเทศ และกว่า 200 คนเผ่าที่เข้ามาเกี่ยวข้อในสงครามครั้งนี้

## โลหะหนัก

สามในสี่ของธาตุที่พบนั้นเป็นธาตุโลหะ ในช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 นอกเหนือจากเหล็ก อะลูมิเนียม กับโลหะอีกไม่กี่ชนิดแล้ว โลหะส่วนใหญ่แทบไม่ได้มีบทบาทอะไรเลย นอกจากการเติมเต็มที่ว่างในตารางธาตุ แต่ในช่วงปี 1950 เป็นต้นมา มนุษย์ค้นพบวิธีใช้ประโยชน์จากโลหะแทบทุกชนิด แม้บางครั้งจะเป็นการใช้งานอย่างจำเพาะมากก็ตาม แกโดลิเนียม (Gadolinium) เป็นโลหะที่เหมาะสมต่อการใช้งานด้านเอ็มอาร์ไอ (MRI = Magnetic Resonance Imaging) นีโอไดเมียม (Neodymium) ใช้ผลิตมอเตอร์กำลังสูงชนิดที่ไม่เคยมีมาก่อน แสแกนเดียม (ธาตุลำดับที่ 21) ถูกผสมในไม้เบสบอลอะลูมิเนียมและกรอบจักรยาน และมีส่วนช่วยให้สหภาพโซเวียตผลิตเฮลิคอปเตอร์น้ำหนักเบาได้สำเร็จในช่วงทศวรรษ 1980 แสแกนเดียมยังถูกใช้กับหัวขีปนาวุธข้ามทวีป (ICBM Missiles) ของโซเวียตที่ถูกติดตั้งใต้มหาสมุทรอาร์กติก เพราะมันช่วยให้จรวดนิวเคลียร์สามารถเจาะทะลุผ่านชั้นน้ำแข็งขึ้นมาได้ ส่วนโมลิบดีนัมและทังสเตน (ธาตุลำดับที่ 74) เป็นโลหะแข็งที่ทนต่อความร้อนสูงมากได้ดี เมื่อผสมไปกับโลหะจะช่วยให้โลหะแข็งแรงทนทานขึ้นเป็นพิเศษ หากขีปนาวุธติดตั้งหัวรบทำจากทังสเตน มันจะสามารถสร้างความเสียหายให้แก่รถถังได้

คองโกเป็นประเทศขนาดใหญ่เต็มไปด้วยป่าดงดิบ ทำให้การ  
สู้รบสงครามทำได้ยาก นอกจากนี้ ชาวบ้านผู้ยากไร้ก็ไม่ว่าจะออกไป  
มาร่วมต่อสู้ เว้นแต่จะมีเงินเข้ามาเกี่ยวข้อง

จุดนี้เองที่แทนทาลัมและไนโอเบียมเข้ามาเกี่ยวข้อง คองโกมี  
อุปสงค์ของโลหะทั้งสองนี้ถึง 60% ของโลก (พวกมันถูกพบอยู่  
รวมกันในรูปของแร่โคลแทน (Coltan) ซึ่งเมื่อนำมาแปรรูปจะได้  
แทนทาลัมและไนโอเบียมบริสุทธิ์) เมื่อมีการใช้งานโทรศัพท์มือถือ  
เพิ่มมากขึ้น จากเกือบศูนย์เครื่องในปี 1991 เป็นกว่าพันล้านเครื่อง  
ในปี 2001 ทำให้ความกระหายต่อโลหะทั้งสองของชาติตะวันตกนั้น  
รุนแรงพอๆ กับความกระหายของแทนทาลัส ราคาแร่โคลแทนจึง  
พุ่งสูงขึ้นกว่าสิบเท่า ผู้คนที่ซื้อแร่โคลแทนเพื่อผลิตโทรศัพท์มือถือ  
ไม่เคยถามหรือไม่เคยกังวลว่าโคลแทนมาจากไหน ส่วนชาวคองโก  
ที่ทำเหมืองก็ไม่ว่าจะแร่ไหนเอาไปใช้ประโยชน์อย่างไร รู้แต่ว่าคนขาว  
จ่ายเงินซื้อมัน และเงินที่ได้ สามารถใช้ในสงครามของชนเผ่าที่พวก  
เขาสันถุน

โชคไม่ดีที่เรื่องเลวร้ายไม่ได้สิ้นสุดแค่ตรงนี้ ความที่ไม่มีใคร  
ควบคุมแร่โคลแทน ซึ่งต่างจากในอดีตที่ชาวเบลเยียมผู้เอาเปรียบ  
เข้าควบคุมเหมืองทองและเหมืองเพชรของคองโกแต่เพียงผู้เดียว

อีกทั้งในการขุดแร่โคลแทนไม่ต้องใช้อุปกรณ์ขั้นสูง ใครที่มีพลั่วก็สามารถขุดกองแร่ขึ้นมาจากพื้นลำธารแล้วเอามาขายได้เงิน (เหมือนเช่นยุคตื่นทองในอดีต)

จากการขุดแร่ไม่กี่ชั่วโมง เกษตรกรสามารถสร้างรายได้สูงกว่า 20 เท่าของรายได้จากการเกษตรทั้งปี และเมื่อผลกำไรเพิ่มสูงขึ้น เช่นนี้ ผู้คนจึงละทิ้งเรือกสวนไร่ นา หยุตเพาะปลูกพืชเป็นอาหารหันมาถ่มหน้าก้มตาค้นหาโคลแทน เหตุการณ์เช่นนี้ส่งผลกระทบเชิงลบต่อห่วงโซ่อาหารของคองโกที่เดิมมีปัญหาขาดแคลนอาหารอยู่แล้ว ทำให้ผู้คนเริ่มหันมาล่ากอริลลาเป็นอาหาร ทำให้กอริลลาแทบสูญพันธุ์หมดสิ้นไปจากคองโก

ความตายของกอริลลาถือเป็นเรื่องเล็กน้อยเมื่อเทียบกับความทุกข์ยากที่มนุษย์ต้องเผชิญ เป็นเรื่องอันตรายมากเมื่อมีเงินหลังไหลเข้าสู่ประเทศที่ไร้ซึ่งรัฐบาล ปราศจากกฎหมายและกติกาสี่ที่ชัดเจนว่าเงินเหล่านี้ควรถูกนำไปช่วยประชากรชาวคองโกอย่างไร ระบบทุนนิยมแบบเลวร้ายที่สุดจึงเข้ายึดครองประเทศนั้นคือ ทุกสิ่งในประเทศล้วนมีไว้เพื่อขายซึ่งรวมถึงชีวิตมนุษย์ด้วย

ช่วงเวลาที่เลวร้ายที่สุดของคองโกเกิดขึ้นระหว่างปี 1998 ถึง 2001 ซึ่งถึงเวลานั้น ผู้ผลิตโทรศัพท์มือถือจึงเริ่มตระหนักว่า เขากำลังให้การสนับสนุนให้เกิดสภาพอนาธิปไตย พวกเขาจึงเริ่มเปลี่ยนมาซื้อแท่นหาลัมและไนโอเบียมจากออสเตรเลียแทน แม้จะมีราคาแพงกว่าก็ตาม ทำให้สถานการณ์ในคองโกดีขึ้นมาเล็กน้อย

อย่างไรก็ดี แม้จะมีการพักระงับในปี 2003 แต่สถานการณ์ก็ไม่เคยสงบลงในบริเวณฝั่งตะวันออกของประเทศติดกับประเทศรวันดา

โดยภาพรวมแล้ว นับตั้งแต่ช่วงกลางทศวรรษ 1990 มีผู้คนกว่า 5 ล้านคนล้มตายลงในคองโก ทำให้มันเป็นการสูญเสียชีวิตครั้งยิ่งใหญ่ นับแต่สงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นต้นมา การสู้รบนี้เป็นเหมือนข้อพิสูจน์ว่า นอกเหนือจากเหตุการณ์ใดๆ ที่ตารางธาตุนำมาสู่ชีวิตเรา มันก็ยังเป็นต้นเหตุของบางเหตุการณ์ที่แสนโศกเศร้าด้วยเช่นกัน