

U ทศความ

ดร. บัญชา ธนบุญสมบัติ

- ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
buncha2509@gmail.com
www.facebook.com/buncha2509

เมฆฝนฟ้าคะนอง

ที่มา: <http://www.journal14.com/2012/11/15/cumulohimbus-agi/>



กรณี ตูน-บอดี้สแลม

ถูกผลกระทบจาก “ฟ้าผ่า” เกิดขึ้นได้อย่างไร?

ช่วงกลางเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 มีข่าวดังซึ่งมีแง่มุมทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ นั่นคือ กรณี อุณาทิวราห์ คงมาลัย หรือ ตูน Bodyslam “โดนฟ้าผ่า” ลงมาที่ริมขณะอยู่บนลานกว้าง (อ่านรายละเอียดของข่าวในกรอบ) คำถามที่ตัวคุณตูนเองและคนที่ได้ทราบข่าวสนใจก็คือ เกิดอะไรขึ้น? และเหตุใดคุณตูนจึงรอด?

“ขณะเริ่มออกทัวร์คอนเสิร์ตใหญ่ปรากฏการณ์ ดัม-มะ-ชะ-ติ เต็มรูปแบบทั่วประเทศครั้งแรกของวงร็อคอันดับหนึ่งของประเทศไทย “บอดี้สแลม” กับ 30 โซลาร์ทั่วประเทศที่กำลังจะเริ่มต้นขึ้นที่แรกที่จังหวัดสุพรรณบุรีบ้านเกิดของ “ตูน บอดี้สแลม” อาทิวราห์ คงมาลัย แต่เมื่อเย็นวานนี้ (9 ตุลาคม) ขณะที่หนุ่มตูนกำลังรอต้อนรับรายการ “ทีนี่หมอซิด” ที่ จ.สุพรรณบุรี เป็นช่วงที่ฝนกำลังตกลงมา หนุ่มตูนได้ยืนกลางลานกว้างบริเวณสถานที่จัดคอนเสิร์ต ปรากฏว่าโดนฟ้าผ่า!!! ผ่านร่มที่ถืออยู่ลงมาแบบไม่ทันตั้งตัว เจ้าตัวรับแรง และตกใจกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมาก แต่โชคดีที่ไม่เป็นอะไรเลย

หนุ่มตูนเผยถึงเหตุระทึกว่า “ผมถือร่มอยู่ครับ และจับคันไว้ซึ่งมันเป็นโลหะ แล้วจังหวะนี้รู้สึกว่ามีมันเร็วมากนะครับ มันมีประกายไฟแล้วดังแปะ!!! ตรงหัวแม่มือมันวับขึ้นมาเลยตรงที่เราโดนโลหะตรงนั้น แล้วเราก็สะดุ้งและก็วิ่งเข้ามาในที่ร่มไม่ได้มีอาการเจ็บปวดอะไรในร่างกาย ก็เหมือนกับเราตกใจ ประกายไฟที่มันเกิดขึ้น แล้วมันชานิดหนึ่งที่ปลายหัวนิ้วมือ ผมงงๆ ว่าแบบนี้มันคืออะไร แต่ “พี่ตู” สัญญา คุณากร อธิบายให้ฟังว่ามันเป็นประจุไฟฟ้าที่มีอยู่ในอากาศสะสมไว้จนต้องหาที่ลง แต่อาจจะไม่ถึงขั้นเป็นฟ้าผ่าหรืออะไรที่มันหนักๆ แต่ผมก็รู้สึกว่า ทำไมต้องมาลงที่เราอะ แล้วแบบเราก็ไม่เป็นอะไร คือตอนนี้ตั้งคำถามและก็สงสัยอยู่ว่ามันเป็นอะไรที่เราโดน”

ข่าวจากเว็บสยามดารา (เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์)
ที่มา: เว็บ สยามดารา วันที่ 11 ตุลาคม 2557 เวลา 14:43 น. อ่านข่าวเต็มได้ที่ http://www.siamdara.com/hotnews/141010_65021.html

ต่อมาวันอังคารที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้จัดเสวนา คุยกัน..ฉันทวิทย์ เวทีความคิดวิทยาศาสตร์ หัวข้อ “ไซปริศนา..ฟ้าผ่า “ตูน” *Bodyslam* รอดปาฏิหาริย์” มีผู้เข้าร่วมเสวนาคือ คุณตูน คุณโอม (สุภาพสตรี ผู้เห็นเหตุการณ์) ผู้เขียน และผู้ดำเนินรายการอีก 2 คน จัดที่ห้องแถลงข่าว กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1: เสวนา “ไซปริศนา..ฟ้าผ่า ตูน *Bodyslam* รอดปาฏิหาริย์”
เมื่อวันอังคารที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ณ ห้องแถลงข่าว กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บทความนี้สรุปข้อมูลที่ได้รับจากผู้เขียนได้จากคุณตูนและคุณโอม และวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ตามข้อมูลและทฤษฎีเกี่ยวกับปรากฏการณ์ฟ้าผ่าดังต่อไปนี้

สภาพแวดล้อมและลักษณะเหตุการณ์

จากคำบอกเล่าของคุณตูน ผู้ประสบเหตุการณ์ด้วยตนเอง และคุณโอม ผู้เห็นเหตุการณ์ ระบุว่า

- 1) สถานที่เกิดเหตุเป็นที่โล่ง อยู่ข้างเวที ก่อนเกิดเหตุฝนตกพรำๆ มีเสียงฟ้าร้องเป็นระยะ
- 2) ในช่วงเกิดเหตุ
 - 2.1) คุณโอมเห็นสายฟ้าเส้นใหญ่พาดขวางทางด้านหลังของคุณตูน ห่างออกไปพอบประมาณ เหนือร่มที่คุณตูนถืออยู่มีสายไฟฟ้าเส้นเล็กสว่างวาบขึ้น

2.2) คุณตูนถือร่มด้วยมือขวา ชูไว้เหนือศีรษะ นิ้วโป้งแตะอยู่ที่ปุ่มโลหะ เมื่อเกิดประกายไฟและเสียงดังที่นิ้ว จึงทิ้งร่มทันที และวิ่งเข้าที่กำบัง

3) หลังเกิดเหตุ คุณตูนรู้สึกขาที่นิ้วหัวแม่มือเล็กน้อย แต่ต่อมาร่างกายเป็นปกติดี

ประเด็นพื้นฐานเกี่ยวกับฟ้าผ่า

เพื่อให้การวิเคราะห์ชัดเจนขึ้น จำเป็นต้องเข้าใจแง่มุมพื้นฐานของฟ้าผ่าก่อน ดังนี้

ฟ้าผ่าเป็นการปลดปล่อยประจุไฟฟ้าในอากาศ อาจเกิดร่วมกับปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น ฝนฟ้าคะนอง พายุฝุ่น และภูเขาไฟระเบิดอย่างไรก็ดี ฟ้าผ่าที่เกี่ยวข้องกับคนส่วนใหญ่เกิดจากการปลดปล่อยประจุไฟฟ้าออกจากเมฆฝนฟ้าคะนอง (thundercloud) หรือที่นักอุตุนิยมวิทยาเรียกว่า เมฆคิวมูโลนิมบัส (cumulonimbus) (ภาพที่ 2)

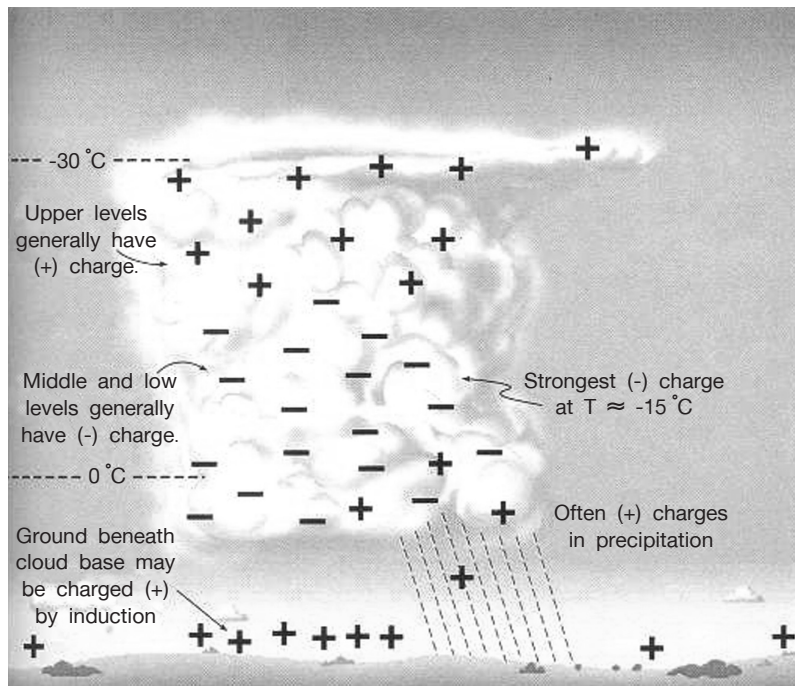


ภาพที่ 2: เมฆฝนฟ้าคะนอง
ที่มา: <http://www.journal14.com/2012/11/15/cumulonimbus-agi/>

เมฆฝนฟ้าคะนองเป็นก้อนขนาดใหญุ่่มหิม่า บริเวณฐานเมฆ (ขอบล่าง) สูงจากพื้นราว 1 กิโลเมตร ยอดเมฆ (ขอบบน) อาจสูงถึง 20 กิโลเมตรในแถบเขตร้อน

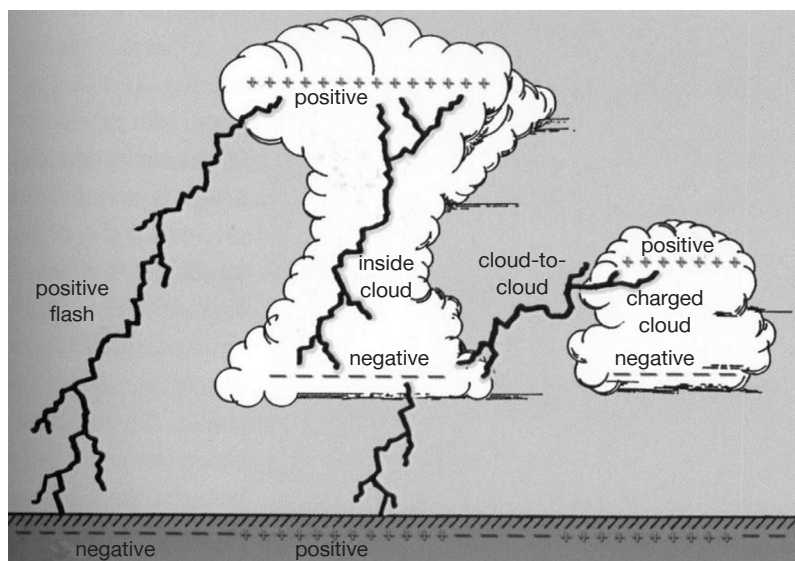


ภายในก้อนเมฆมีการไหลเวียนของกระแสอากาศอย่างรวดเร็วและรุนแรง ทำให้ก้อนน้ำแข็งในเมฆเสียดสีกันจนเกิดประจุไฟฟ้า จากการศึกษพบว่าประจุบวกมักจะออกันอยู่บริเวณยอดเมฆ ส่วนประจุลบอยู่บริเวณฐานเมฆ ทั้งนี้ ประจุลบที่ฐานเมฆอาจจะเหนี่ยวนำให้พื้นผิวของโลกที่อยู่ “ใต้เงา” ของเมฆมีประจุเป็นบวก (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3: การกระจายของประจุไฟฟ้าภายในเมฆฝนฟ้าคะนอง

หลักการก็คือ ฟิวฟ้าเกิดจากการถ่ายเทประจุระหว่าง 2 บริเวณที่มีประจุต่างกัน ดังนั้น จึงมีฟ้าผ่าได้อย่างน้อย 4 แบบหลัก กล่าวคือ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4: แผนภาพแสดงฟ้าผ่า 4 แบบหลัก



1) **ฟ้าผ่าภายในก้อนเมฆ** คือ ประจุลบด้านล่างเคลื่อนที่ไปหาประจุบวกด้านบน ฟ้าผ่าแบบนี้เกิดบ่อยที่สุดแต่เราจะเห็นเพียงแค่แสงแว็บๆ ในเมฆ เรียกว่า ฟ้าแลบ

2) **ฟ้าผ่าจากเมฆก้อนหนึ่งไปยังเมฆอีกก้อนหนึ่ง** คือ ประจุลบในเมฆก้อนหนึ่งเคลื่อนที่ไปหาประจุบวกในเมฆอีกก้อนหนึ่ง

3) **ฟ้าผ่าจากฐานเมฆลงสู่พื้น** คือ ประจุลบเคลื่อนออกจากก้อนเมฆลงสู่พื้น จึงเรียกว่า ฟ้าผ่าแบบลบ (negative lightning)

4) **ฟ้าผ่าจากยอดเมฆลงสู่พื้น** คือ ประจุลบเคลื่อนที่ขึ้นไปหาประจุบวกที่ยอดเมฆ แต่เปรียบเสมือนประจุบวกเคลื่อนที่ลงมาจากยอดเมฆเรียกว่า ฟ้าผ่าแบบบวก (positive lightning) ฟ้าผ่าแบบนี้เกิดไม่บ่อยนัก (น้อยครั้งกว่าแบบที่ 3 หรือฟ้าผ่าแบบลบ)

ฟ้าผ่าภายในก้อนเมฆ (แบบที่ 1) และฟ้าผ่าระหว่างก้อนเมฆ (แบบที่ 2) นั้นทำให้เมฆเปล่งแสงกระพริบที่คนไทยเราเรียกว่า “ฟ้าแลบ” นั่นเอง ส่วนฟ้าผ่าที่เป็นอันตรายต่อคน สัตว์ และสิ่งต่างๆ ที่อยู่บนพื้น ได้แก่ ฟ้าผ่าแบบลบ (แบบที่ 3) และฟ้าผ่าแบบบวก (แบบที่ 4)

ในกรณีของคุณตุน Bodyslam กรณีที่เป็นไปได้มากที่สุดคือ ฟ้าผ่าแบบลบ (แบบที่ 3) ซึ่งประจุลบเคลื่อนที่ลงมาจากฐานเมฆนั่นเอง อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องพิจารณาในรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

ฟ้าผ่าทำร้ายคน (หรือสัตว์)

ได้ด้วยกลไกอะไรบ้าง?

เพื่อให้เห็นภาพรวมทั้งหมดว่า ฟ้าผ่าอาจส่งผลกระทบต่อคน (หรือสัตว์) ได้ทางใดบ้าง จึงขอเสนอกลไกต่างๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมดไว้ก่อน จากนั้นจะวิเคราะห์ว่า ในกรณีของคุณตุน Bodyslam กลไกใดเป็นไปได้ และกลไกใดน่าจะเป็นไปได้มากที่สุด

DIAGRAM 1



กลไกที่ 1 : ฟ้าผ่าลงมาตรงๆ ที่คน (หรือสัตว์) เรียกว่า **การฟ้าผ่าลงมาโดยตรง (Direct Strike)** ในกรณีเช่นนี้ ไม่มีโอกาสรอดเนื่องจากกระแสไฟฟ้าจากฟ้าผ่าแบบลบมีค่าสูงถึง 10,000-30,000 แอมแปร์ แต่การถูกฟ้าผ่าโดยตรงแบบนี้ เกิดขึ้นยากเมื่อเทียบกับกลไกอื่น

ภาพที่ 5

DIAGRAM 2



ภาพที่ 6

กลไกที่ 2 : ฟ้าผ่าลงมาที่วัตถุอื่นแต่คน (หรือสัตว์) สัมผัสวัตถุนั้น ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่ร่างกาย แบบนี้เรียกว่า **ฟ้าผ่าโดยการสัมผัส (Contact)**

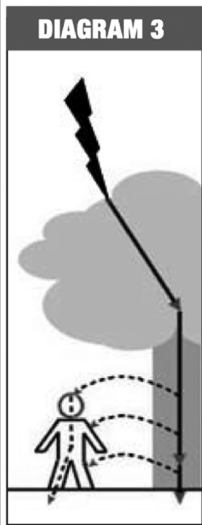
ในต่างประเทศ มีกรณีที่ฝูงวัวถูกกระแสไฟฟ้าจากรั้วโลหะดูด เนื่องจากรั้วถูกฟ้าผ่า ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไปตามเส้นลวดของรั้วตลอดทั้งเส้น (ดูภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ฝูงวัวล้มตายเนื่องจากถูกกระแสไฟฟ้าจากรั้วที่ถูกฟ้าผ่า

ภาพโดย Ruth Lyon-Bateman

ที่มา: <http://www.lightningsafety.noaa.gov/outdoors.htm>



กลไกที่ 3 : ฟาผ่าลงมายังโครงสร้างหรือวัตถุหนึ่งๆ จากนั้นกระแสไฟฟ้าบางส่วน “กระโดด” ออกจากวัตถุนั้นผ่านอากาศเข้าสู่ร่างกายคน หรือสัตว์ ที่อยู่ใกล้ เรียกว่า **กระแสไฟฟ้าแลบด้านข้าง (Side Flash, Side Splash หรือ Flash Over)**

กระแสไฟฟ้าแลบด้านข้างอาจกระโดดออกไปได้ไกลราว 2 เมตร (ดูกรณีศึกษาประกอบภาพที่ 9)

ภาพที่ 8

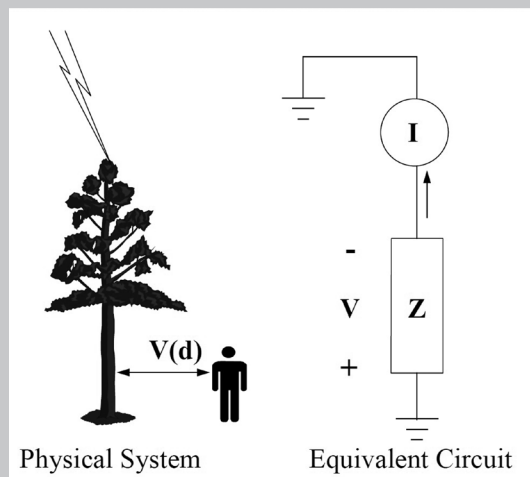
กรณีศึกษา: กระแสไฟฟ้าแลบด้านข้างพุ่งออกไปไกลได้แค่ไหน?

ข้อมูลพื้นฐาน : สมมติว่า กระแสไฟฟ้าจากฟ้าผ่า (lightning current) มีค่า 20,000 แอมแปร์ ค่าอิมพีแดนซ์ (impedance) ของต้นไม้ราว 100 โอห์ม หากอากาศในขณะนั้นมีค่าศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ (breakdown voltage) 10^6 โวลต์/เมตร ถ้าวัดว่า กระแสไฟฟ้าแลบด้านข้าง (side flash) จะกระโดดออกไปได้ไกลแค่ไหน?

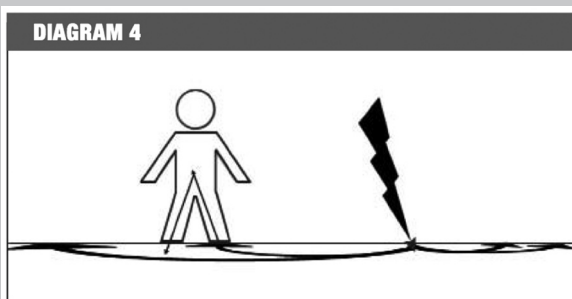
หลักคิด: ศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นคำนวณได้จากสูตร $V = IZ$ หากค่า V นี้มากกว่าค่าศักย์ไฟฟ้าเบรกดาวน์ของอากาศ กระแสไฟฟ้าอาจจะกระโดดออกไปจากต้นไม้ พุ่งเข้าสู่คนหรือวัตถุที่อยู่ใกล้ๆ

คำนวณ: $V = IZ = 20,000 \text{ แอมแปร์} \times 100 \text{ โอห์ม} = 2,000,000 \text{ โวลต์} = 2 \times 10^6 \text{ โวลต์}$

ดังนั้น กระแสไฟฟ้าจะกระโดดได้ไกลสุด $= 2 \times 10^6 \text{ โวลต์} / 10^6 \text{ โวลต์/เมตร} = 2 \text{ เมตร}$



ภาพที่ 9



ภาพที่ 10

กลไกที่ 4 : ฟาผ่าลงมายังพื้น จากนั้นกระแสไฟฟ้าไหลกระจายไปตามพื้น และเข้าสู่ร่างกายของคน (หรือสัตว์) เรียกว่า **กระแสไหลตามพื้น (Ground Current) หรือแรงดันไฟฟ้าช่วงก้าว (Step Voltage)**

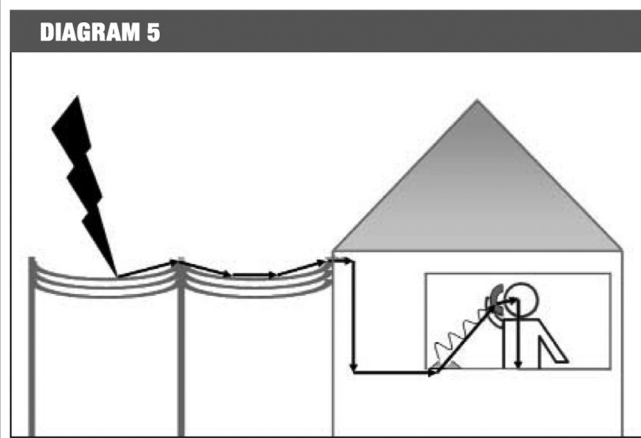
ภาพที่ 11 แสดงสนามกอล์ฟที่เคยถูกฟ้าผ่า ณ จุดที่ปักธง เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลไปถึงที่ใดก็จะทำให้หญ้าร้อนขึ้นจนไหม้ และทิ้งรอยไหม้เอาไว้



ภาพที่ 11 : ร่องรอยฟ้าผ่าบนสนามกอล์ฟที่เคยถูกฟ้าผ่า ณ จุดที่ธงปักอยู่

ที่มา: <http://jeeg.geoscienceworld.org/content/14/4/155/F2.large.jpg>





กลไกที่ 5 : ฟผ่าลงบนสายโทรศัพท์โดยตรง กระแสจึงวิ่งไปในสายโทรศัพท์ หรือผ่าลงบนสายส่งไฟฟ้า แล้วทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในสายโทรศัพท์ เรียกว่า การผ่าโดยมีสายโทรศัพท์เป็นตัวกลาง (Telephone-mediated Strike หรือ Wire-mediated Strike)

กรณีนี้อาจเกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ (หากไม่มีการต่อสายดิน) ได้ด้วยเช่นกัน (ดูภาพที่ 13)

ภาพที่ 12

สลด!!! เด็กหญิง 4 ขวบ เปิดตู้เย็นในบ้าน ถูกฟ้าผ่าตาย

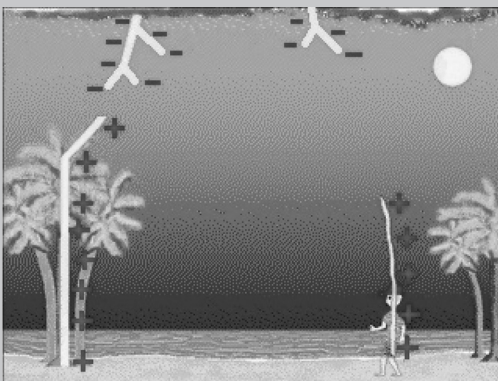


สลด!!! เด็กหญิง 4 ขวบ เปิดตู้เย็นในบ้าน ถูกฟ้าผ่าตาย (ข่าวสด)

สลดฟ้าผ่าเด็กหญิง วัย 4 ขวบดับอนาค ขณะกินข้าวพร้อมหน้าพ่อแม่ลูกช่วงฝนตกหนักที่กั้นตัง เด็กหญิงลุกขึ้นมาเปิดตู้เย็นจังหวะเดียวกับที่ฟ้าผ่าลงที่บ้านเข้าตู้เย็นพอดี ไฟฟ้าผ่านเข้าร่างหนูน้อยช็อกติดกับตู้เย็น ก่อนล้มลงตายระหว่างส่งโรงพยาบาล ตำรวจเผยช่วงเกิดเหตุเปิดทีวีขณะฝนตก ตู้เย็นไม่มีสายดิน และที่ตัวเด็กแขวนแผ่นโลหะอีกด้วย ล้วนเป็นตัวล่อฟ้าผ่าทั้งสิ้น

ภาพที่ 13 ข่าวเด็กได้รับอันตรายจากตู้เย็นขณะเกิดฟ้าผ่า

ที่มา: <http://www.sefco.co.th/?i=10&p=7>



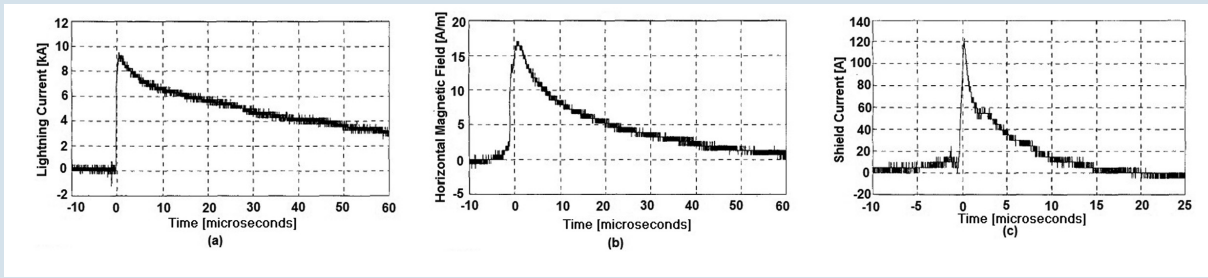
ภาพที่ 14

กลไกที่ 6 : ประจุลบที่เคลื่อนที่ลงมาจากเมฆจะผลักประจุลบในวัตถุบนพื้นออกไป หรืออาจมองได้ว่าประจุบวกถูกเหนี่ยวนำให้ไหลขึ้นไปตามโครงสร้างต่างๆ เช่น ต้นไม้ หลังคาบ้าน หรือแม้แต่คน กระแสไฟฟ้าที่ไหลขึ้นนี้มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น สตรีมเมอร์ (streamer) สตรีมเมอร์ไหลขึ้น (upward streamer) ลีดเดอร์ (leader) ลีดเดอร์เชื่อมต่อ (connecting leader) ลีดเดอร์ไหลขึ้น (upward leader) และดิสชาร์จเชื่อมต่อ (connecting discharge) เป็นต้น (ภาพที่ 14)

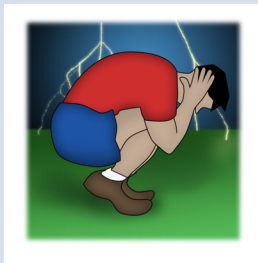
กระแสสตรีมเมอร์มีขนาดสูงสุดราว 100 แอมแปร์ และไหลในช่วงสั้นๆ ราวไม่กี่สิบ หรือไม่กี่ร้อย ไมโครวินาที (1 ไมโครวินาที = 0.000001 วินาที)

กลไกที่ 7 : กระแสไฟฟ้าจากฟ้าผ่าทำให้เกิดสนามแม่เหล็กแผ่ออกไปโดยรอบ สนามแม่เหล็กนี้เมื่อเคลื่อนที่ผ่านโลหะก็จะเหนี่ยวนำให้เกิดแรงขับไฟฟ้า (electromotive force, emf) และเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (induced current) ขึ้นในโลหะได้

ผู้เขียนยังค้นไม่พบกรณีที่กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้ทำร้ายคน แต่มีตัวอย่างหลักฐานจากการทดลองของ E.Petrache และคณะ ในบทความชื่อ Measurement of lightning-induced currents in an experimental coaxial buried cable ว่า หากฟ้าผ่าลงมาที่จุดๆ หนึ่ง มีกระแสราว 10,000 แอมแปร์ ก็จะเกิดสนามแม่เหล็กขนาด 15 แอมแปร์/เมตร ในสายไฟฟ้าฝังดินที่อยู่ห่างออกไปราว 70 เมตร และเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเป็นห้วงสั้นๆ ราว 20 ไมโครวินาที โดยมีค่ากระแสสูงสุด 120 แอมแปร์ (ภาพที่ 15)



ภาพที่ 15



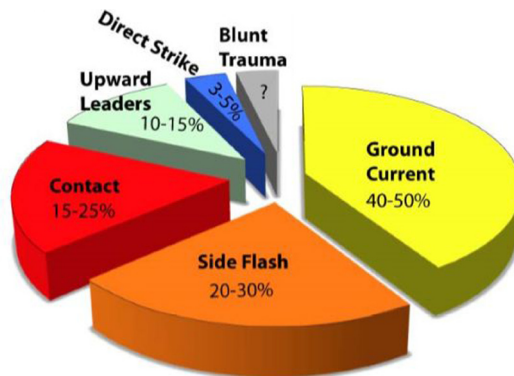
กลไกที่ 8 : หากฟ้าผ่าลงมาใกล้ๆ จุดที่คนอยู่ เสียงดังมากๆ จากการขยายตัวของอากาศอย่างรวดเร็วก็อาจทำให้หูหนวกได้

นี่คือเหตุผลที่ว่า ท่านั่งยองๆ เพื่อลดความเสี่ยงจากฟ้าผ่า (lightning crouch) จึงแนะนำให้ปิดหูทั้งสองข้างด้วย (ภาพที่ 16) ท่านั่งใช้ในกรณีที่จำเป็นต้องอยู่ในที่โล่ง เนื่องจากไม่สามารถหาที่หลบที่ปลอดภัย เช่น บ้าน หรือรถยนต์ ได้

ภาพที่ 16

กลไกแบบใดที่ต้านตรายถึงชีวิต

การศึกษาของ Cooper & Holle ซึ่งตีพิมพ์ใน ค.ศ. 2008 ระบุว่าในกรณีที่คนเสียชีวิตจากเหตุฟ้าผ่า กลไกที่เกิดบ่อยที่สุดคือ กระแสไหลมาตามพื้น (40-50%) ส่วนกลไกอื่นๆ รองลงไป ได้แก่ กระแสไฟฟ้าแลบด้านข้าง (20-30%) การสัมผัสกับวัตถุที่ถูกฟ้าผ่า (15-25%) กระแสลัดเตอรืไหลขึ้น (10-15%) และการผ่าโดยตรง (3-4%) (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 สัดส่วนของกลไกฟ้าผ่าลักษณะต่างๆ ที่ทำให้เสียชีวิต

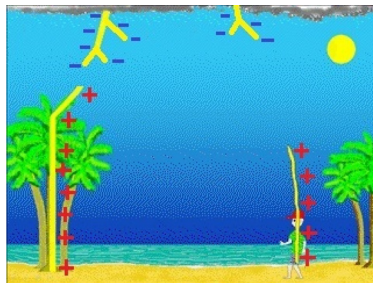
แล้วกรณีของ ภูเขา Bodyslam เป็นแบบไหน?

จากสภาพเหตุการณ์และข้อมูลประกอบอื่นๆ จะเห็นได้ว่าไม่ใช่กลไกที่ 1 (ฟ้าผ่าลงมาโดยตรง) กลไกที่ 2 (ฟ้าผ่าโดยการสัมผัส) กลไกที่ 3 (กระแสไฟฟ้าแลบด้านข้าง) กลไกที่ 4 (กระแสไฟฟ้าไหลมาตามพื้น) กลไกที่ 5 (สายโทรศัพท์ หรือสายไฟฟ้าเป็นสื่อนำกระแส) และกลไกที่ 8 (เสียงดังมากๆ)

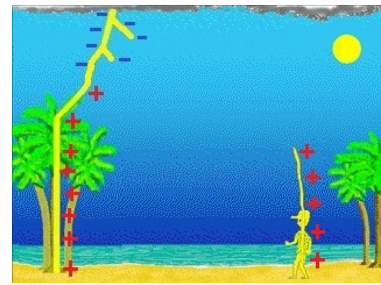
ดังนั้น กลไกที่เป็นไปได้มากที่สุดในการฉีกของ ตูม Bodyslam ได้แก่ กลไกที่ 6 หรือ การเกิดกระแสตรีมเมอร์ไหลขึ้น (upward streamer) โดยอาจมีกลไกที่ 7 คือกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเข้ามาร่วมด้วยบ้าง (แต่ไม่ใช่สาเหตุหลัก)



(A)



(B)



(C)

ภาพที่ 18 กลไกการเกิดกระแสตรีมเมอร์

ภาพที่ 18(A) เมฆฝนฟ้าคะนองอยู่เหนือต้นไม้และคน (ไม่เห็นในภาพ) ประจุลบจากฐานเมฆเคลื่อนที่ลงมาในลักษณะคล้ายรากไม้ คือ แตกกิ่งก้านสาขา ประจุลบนี้ ในตอนแรกที่เคลื่อนลงมา เรียกว่า **กระแสนำกรุยทาง (pilot leader)** ส่วนประจุที่เคลื่อนที่ตามลงมา เรียกว่า **กระแสนำแบบขั้น (stepped leader)** ประจุลบจากเมฆจะผลักประจุลบบนวัตถุทุกอย่างที่อยู่บนพื้นออกไป ทำให้บริเวณใต้ฐานเมฆถูกเหนี่ยวนำให้มีประจุเป็นบวก

ภาพที่ 18(B) เมื่อกระแสนำแบบขั้นเคลื่อนลงมาใกล้พื้นมากขึ้น ก็ทำให้เกิดกระแสประจุบวกไหลขึ้นตามวัตถุต่างๆ (ได้แก่ ต้นไม้ และคน ในภาพ) กระแสประจุบวกนี้ เรียกว่า **กระแสตรีมเมอร์ (streamer)** กระแสตรีมเมอร์บนร่างกายของคุณตุนนี่เองที่ทำให้ให้เกิดประกายไฟที่นิ้วของคุณตุน เพราะอิเล็กตรอนกระโดดจากร่มมายังนิ้วมือ

ภาพที่ 18(C) ในส่วนของต้นไม้ กระแสตรีมเมอร์เชื่อมต่อกับกระแสนำแบบขั้น ซึ่งจะทำให้ประจุจากเมฆไหลลงมาตามเส้นทางนี้ ในส่วนของคน กระแสตรีมเมอร์ไม่ได้เชื่อมต่อกับกระแสนำแบบขั้น แต่ก็ทำอันตรายได้ขึ้นกับปริมาณกระแสและเวลาที่

ในที่นี้จะขอแนะนำเสนอกลไกที่ 6 ในรายละเอียดภาพที่แสดงไว้เป็นการเทียบเคียง เนื่องจากในเหตุการณ์จริง คุณตุนจะถูกร่มไว้เหนือศีรษะด้วย ซึ่งจะทำให้เกิดกระแสตรีมเมอร์ได้ง่ายขึ้น เนื่องจากอิเล็กตรอนในกำนร่มเคลื่อนที่ได้โดยสะดวก

ไหลผ่านร่างกาย จากการศึกษาพบว่า กระแสตรีมเมอร์มีค่าสูงสุดราว 100 แอมแปร์ และปรากฏนานในช่วงไม่กี่สิบหรือไม่กี่ร้อยไมโครวินาที (1 ไมโครวินาที คือ 1 ในล้านวินาที)

ภาพที่ 18(D) ในส่วนของต้นไม้จะเกิดกระแสโต้กลับ (return stroke) หรือพูดได้ว่า “ต้นไม้ถูกฟ้าผ่า” ในส่วนของคน หากปริมาณประจุไหลผ่านร่างกายมาก ก็จะทำให้คนๆ นั้นล้มลง (แต่ไม่ใช่ในกรณีของคุณตุน)



ภาพที่ 18(D) กรณีที่กระแสตรีมเมอร์ทำให้คนล้มลง

เหตุใดตูจึงไม่เป็นอะไรมาก?

ตารางต่อไปนี้จะแสดงผลกระทบของปริมาณไฟฟ้ากระแสตรง (หน่วยคือ มิลลิแอมป์) ต่อร่างกายมนุษย์

ผลกระทบ	ผู้ชาย	ผู้หญิง
มือรู้สึกเล็กน้อย	1	0.6
ค่าขีดจำกัดความรู้สึก (ค่ามัธยฐาน)	5.2	3.5
รู้สึกถูกไฟดูด (shock) แต่ไม่เจ็บปวด และไม่สูญเสียการควบคุมกล้ามเนื้อ	9	6
รู้สึกเจ็บปวด สูญเสียการควบคุมกล้ามเนื้อราว 0.5%	62	41
รู้สึกเจ็บปวด ค่าขีดจำกัดในการปล่อยมือ (ค่ามัธยฐาน)	76	51
รู้สึกเจ็บปวดอย่างรุนแรง หายใจลำบาก สูญเสียการควบคุมกล้ามเนื้อราว 99.5%	90	60
อาจเกิดภาวะหัวใจห้องล่างเต้นแผ่วระรัว /	500	509
การหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างไม่สัมพันธ์กัน (Ventricular fibrillation)	(3 วินาที)	(3 วินาที)

ที่มา : ข้อมูลบางส่วนจาก *The Electric Shock Questions: Effects and Symptoms* โดย Evan Mayerhoff, High Voltage Connection, Inc. ที่ <http://www.highvoltageconnection.com/articles/ElectricShockQuestions.htm>

จากข้อมูลที่มีอยู่ทำให้สรุปได้เบื้องต้นว่า ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมือคุณตุนเกินกว่า 9 มิลลิแอมป์ แต่ไม่น่าจะเกิน 76 มิลลิแอมป์ โดยประมาณ นอกจากนี้กระแสดังกล่าวยังเกิดขึ้นในช่วงสั้นๆ ในระดับไม่เกินไม่กี่ร้อยไมโครวินาที

สรุป

จากข้อมูลที่ได้รับทั้งหมดและทฤษฎีทางวิชาการ ทำให้สรุปได้ว่า กรณีคุณตุนน่าจะเกิดจาก กระแสสไตรมเมอร์ ซึ่งเป็นอิเล็กทรอนิกส์ที่เคลื่อนที่จาก ก้านร่มไปยังมือของคุณตุนนั่นเอง โดยปริมาณกระแส ยังไม่มาก และช่วงเวลายานานพอที่จะทำอันตราย แต่ก็ทำให้รู้สึกได้อย่างชัดเจน

แหล่งข้อมูลอ้างอิง

- Fact sheet พายุฟ้า ดาวนัโหลดที่ เว็บชมรมคนรักมอลเมฆ www.CloudLoverClub.com โดยค้นคำว่า factsheet พายุฟ้า
- เรื่อง *Lightning Science: Five Ways Lightning Strikes People* ที่ <http://www.lightningsafety.noaa.gov/struck.htm>
- เรื่อง *Lightning Strike-Mechanisms of Energy Transfer, Cause of Death, Types of Injury* เขียนโดย Fred Zack, Markus A. Rothschild และ Rudolf Wegener ดาวนัโหลด pdf ได้ที่ <http://www.aerzteblatt.de/pdf/DI/104/51/a3545e.pdf>
- เรื่อง *A Fifth Mechanism of Lightning Injury* เขียนโดย Mary Ann Cooper, MD ดาวนัโหลด pdf ได้ที่ <http://www.uic.edu/labs/lightninginjury/FifthMech.pdf>
- เรื่อง *Measurement of lightning-induced currents in an experimental coaxial buried cable* โดย E. Petrache และคณะ ดาวนัโหลด pdf ได้ที่ <http://www.lightning.ece.ufl.edu/PDF/01267179.pdf>
- เรื่อง *The Electric Shock Questions: Effects and Symptoms* โดย Evan Mayerhoff, High Voltage Connection, Inc. ที่ <http://www.highvoltageconnection.com/articles/ElectricShockQuestions.htm>

