

Tetsuya Theodore Fujita

1920 - 1998

En minibiografi, del I

Af Thomas Dolmer Nielsen, Vildtvejrsklubben

En varm og fugtig septemberdag i 1948 gik en ung mand og en ung kvinde langs en rismark på den japanske ø Kyushu. Den unge japaner var Tetsuya Fujita og den unge kvinde hans forlovede, Tatsuko.

Et par dage i forvejen var området blevet ramt af en Tatsu Maki - en 'drage hvirvel'. Tornadoen, som var en sjælden hændelse i Japan, startede som en sky-pumpe over havet og voksede til en egentlig tornado, da den gik ind over land. Den havde trukket et 9 km langt spor af ødelæggelser i landsbyerne og rismarkerne.

Fujita noterede præcist hele sporet igennem, hvordan vrageresterne var spredt, hvordan tag var skrællet af bygningerne, og i hvilken retning risakserne var bøjet.

Han tilbragte det næste år med at besøge forskellige vejrobservationsposter, for at indsamle data fra denne specielle event. Til sidst producerede han ikke mindre end 60 overfladekort, hvor hvert kort repræsenterede 20 minutters interval med tryk, temperatur og nedbør i løbet af en 20- timers periode.

Han observerede også retningen, i hvilken retning risaksene var bøjet eller knækket, og kunne ud fra dette danne sig

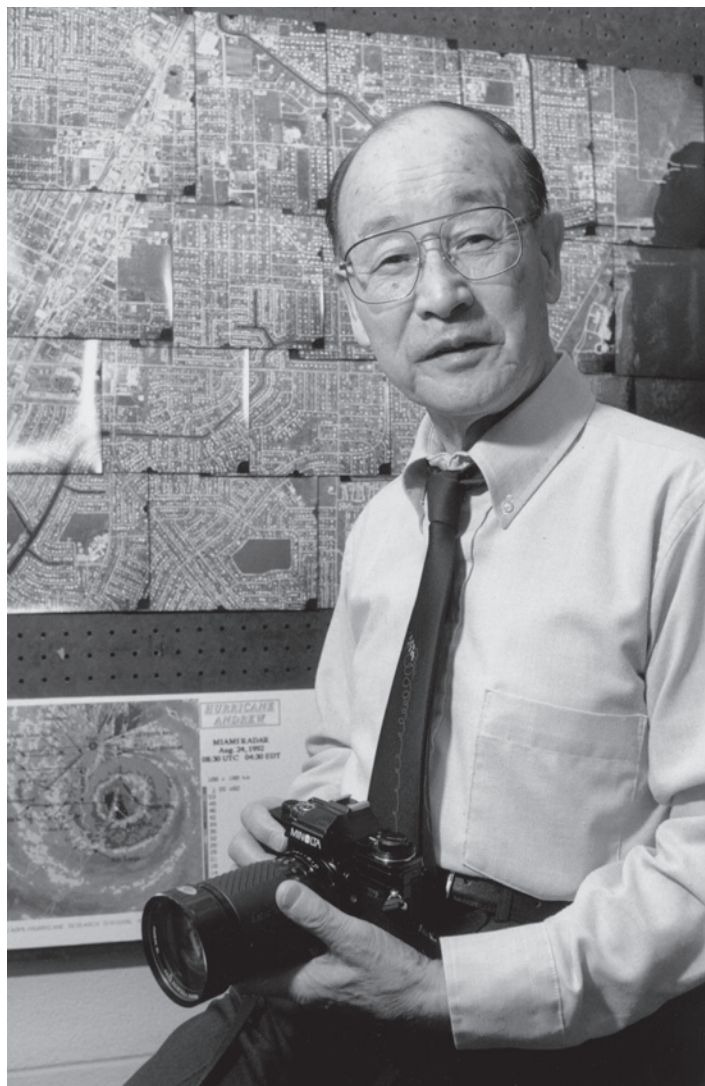
et billede af, hvordan vindfeltet havde været.

Dette var hans allerførste tornado undersøgelse, men langt fra den sidste...

Hvem var Tetsuya Fujita..?

Årene i Japan

Tetsuya Fujita blev født oktober 1920 i Kitakyushu City, en by med ca. 1000 indbyggere, på Kyushu - den sydligste ø i Japan. Han voksede op med to yngre søskende, en søster og en bror.



Allerede som ung var Fujita's tankegang på et andet niveau end hans jævnaldrenes. Som teenager var han således på ekskursion for at se Ao-no-domon tunnellen i Yabakei, som en berømt buddistmunk havde brugt 30 år på at bore med en hammer og mejsel. Klassen blev efterfølgende bedt om at lave en skriftlig opgave om munkens livsværk. Fujita svarede bl.a., at han mente munken havde spildt sin tid. Munken burde have tænkt mere over opgaven og opfundet en mekanisk gravemaskine. Så ville han have givet verden både en ny opfindelse og en tunnel...

Hans pragmatiske og logiske tankegang var ikke velkommen, og han dumpede da også, fordi han ikke havde værdsat og anerkendt munkens spirituelle opnåelse.

Fujita var desuden opfindsom og omhyggelig. Han konstruede sit eget teleskop for at tracke solpletter, og han skulkede fra skole for at udregne logaritmetabeller og lave sin egen regnestok fra bunden. Han foretrak at konstruere sine egne redskaber frem for at bruge andres.

Efter endt skolegang kom Tetsuya Fujita på Meiji College of Technology i 1939. Selv ville han egentlig til Hiroshima College, men faderens sidste ønske på dødslejet var, at han søgte optagelse på Meiji. Denne beslutning reddede - som vi nu ved - hans liv.

Som assistent for geologiprofessoren fik han til opgave at tegne vulkankratere fra 4 vulkaner i 3D fra forskellige vinkler ud fra topografiske kort. Efter 4 måneder på dette projekt begyndte han automatisk at "se" højdekort

som 3D landskaber.

Denne fascination af kort og en enestående evne til at visualisere rå data blev en af hans store forcer, som han udviklede gennem årene.

Straks efter eksamen 1943 blev han ansat på Meiji's fysik fakultet for en fyrstelig månedsløn af \$17.64. Anden Verdenskrig afbrød dog snart hans akademiske forskning, og han blev rekrutteret af hæren med det formål at udvikle systematiske metoder til at opdage fjendtlige fly ved hjælp af søgelys. Udfordringerne lå i, at der skulle tages hensyn til både jordens krumning og de atmosfæriske forhold.

Hans tid i hæren er dog et kapitel som Fujita ikke har fortalt meget om, men han beretter, at han undervejs blev meget interesseret i de meteorologiske aspekter.

Selv om de japanske meteorologer arbejdede med langt færre midler og sofistikerede instrumenter end deres kollegaer i vesten, var der alligevel gjort betydningsfulde opdagelser.

I 1920'erne var der - på toppen af Mount Fuji - registreret en meget kraftig østgående vind. Denne vind, som nu er kendt som jetstrømmen, blev under Anden Verdenskrig brugt til at sende balloner - mange af dem lavet af papir - med bomber tværs over Stillehavet til USA. Af de 9000 balloner, der blev sendt af sted, overlevede kun ca. 300 hele vejen til USA - og kun i et enkelt tilfælde kostede det dødsfald. En kvinde og 5 børn døde under en skovtur i Oregon den 5. maj 1945.

Den 9. august 1945 var en overskyet dag med tyk stratus

over Kokura, hvor Meiji College lå. Luftalarmen gik i gang, og Fujita søgte tilflugt i beskyttelsesrum som så mange andre. Men besætningen på den amerikanske B-29, som var årsag til luftalarmen, kunne ikke se Kokura hovedbanegården pga. tåge, og fløj derfor videre til deres sekundære mål: Nagasaki. Her blev krigens 2. atombombe udløst, og få dage efter kapitulerede Japan. Fujita havde igen - på grund af tilfældigheder - undgået en sikker død.

Fujita blev af universitetet en måneds tid efter sendt til Hiroshima og Nagasaki for at analysere skaderne. Hans optegnelser fra dengang er meget nøgterne og uden nogen form for følelsesmæssig involvering.

På en kirkegård lægger han mærke til nogle specielle brændmærker på ødelagte blomsterkrukker, og lyse partier på ellers brændte murstensmure. Han besøgte andre kirkegårde og gjorde de samme observationer. Hans teori var, at objekter foran murene (mennesker, planter etc.) havde "skygget" for varmemålingen fra ildkuglen. Ved grundig analyse af disse og andre mærker samt triangulering var han i stand til at fastslå højdevinkel, retning og størrelse af eksplosionen.

Hans konklusion var, at eksplosionerne måtte være foregået omkring 500 meter over byerne, og ikke ved selve jordoverfladen, som først antaget. Han ræsonnerede, at amerikanerne - på trods af den totale mangel på vejrapporter - måtte have kendt trykfordelingen over byerne. Han erfarede senere, at der var smidt dropsonder ud fra flyene, inden bomberne blev kastet.

Bomberne detonerede i en højde af 520 meter, altså meget tæt på Fujita's beregning.

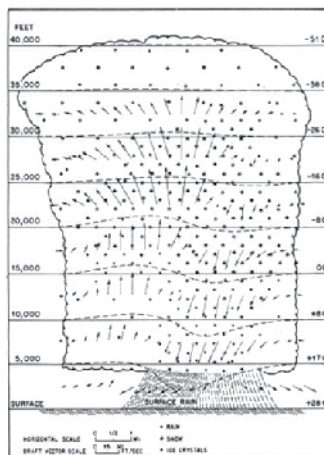
Ved kontakt med jorden havde trykbølgen spredt sig ud i alle retninger og skabt det, som han kaldte stjerneformede ødelæggelser.

Efterkrigsårene var som for resten af Japan hårde for Fujita. Han returnerede til sin fødeø Kyushu og søgte et legat for at blive omskoleet til meteorolog. Han valgte meteorologi dels pga. sin stigende interesse for emnet, men primært fordi det ikke krævede dyre redskaber, kun blyant og papir...

I august 1947 var han med en kollega på vej op til en observationspost på et nærliggende bjerg. Under opstigningen kunne de beundre hurtigtvoksende op-tårnede cumulus, og da de nåede toppen var bjerget indhyllet i en kraftig tordenbyge. Fujita fik målinger af temperatur, vind og tryk. Han producerede efterfølgende en grundig analyse af den kraftige tordenbyge og bemærkede i en kraftig, afgrænset og nedadgående luftstrøm. Denne opdagelse, som modsagde den gængse japanske opfattelse af luftstrømme i en tordenbyge, blev - ikke overraskende - modtaget med larmende tavshed, da han præsenterede den for andre japanske meteorologer nogle år senere.

En ansat ved det lokale vejrkontor hev dog fat i ham og præsenterede ham for en artikel af den amerikanske meteorolog Horace Byers, ansat ved Chicago's Universitet: "The Non-frontal Thunderstorm", som var blevet fundet i en skraldespand på en amerikansk base. Artiklen

bekræftede Fujita's egne observationer.



Fujita blev besat af tanken om at kontakte Byers skriftligt, selvom det var mange forhindringer. Han prøvede at bruge en skrivemaskine med amerikansk tegnsæt, som tilhørte fakultetet, men den var i stykker. Han lod sig dog ikke stoppe:

"On January 25, 1950 I bought an excellent used typewriter for 20000 yen (\$55.56), paying 10000 yen in cash and borrowing the rest, interest-free..... The cost of the typewriter was 2.7 times my take-home monthly pay. Nevertheless, I was very pleased to own a typewriter which turned out to be the most expensive item I had ever purchased to that point in my life.

Although I do not remember how Tatsuko (hans kone) and I survived for several months thereafter, I was busy translating my papers into English and typing with a single finger"

I august 1950 fik han så endeligt sendt et brev afsted til Byers med eksempler på sin forskning. Svaret, som bl.a. roste ham for hans meget omhyggelige ana-

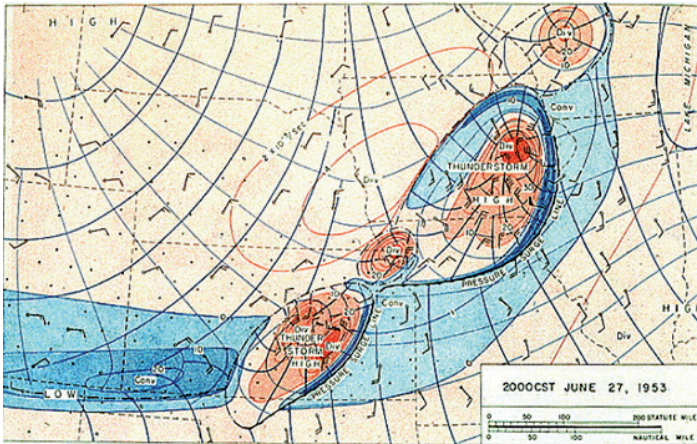
lyser, opmuntrede Fujita til at sende Byers hele sin fulde analyse af tordenbygen på bjerget, som tidligere var blevet modtaget med så megen skepsis af hans egne kollegaer.

Denne gang var svaret, som kom fra Byers, endnu mere begejstret. Han anerkendte i rosende vendinger Fujita's opfindsomhed, og specielt hans observationer af den nedadgående luftstrøm (i dag kendt som downdraft) var vigtige, idet de uafhængigt af lignende studier i USA bekræftede tilstedeværelsen af samme fænomen.

Fujita havde med andre ord i Japan opnået med papir og blyant, hvad det militært sponserede high-tech projekt havde opnået i USA med et millionbudget.

De næste år arbejdede Fujita på at færdiggøre sin doktorgrad. Han udførte også feltarbejde ved at inspicere skader fra tyfoner, som tre år i træk havde ramt Kyushu. Hans doktorafhandling, "Analytical study of Typhoons" blev færdig i 1952, men det tog et helt år, før den blev godkendt.

Fujita blev inviteret af Dr. Byers på et 2-årigt forskningsophold ved Chicago's Universitet. Han accepterede begejstret. I august 1953 steg han således ombord på flyet fra Tokyo til San Francisco, mens hans kone og deres nyfødte søn blev tilbage. Billetten kostede ham \$650 - hvad der svarede til 13 måneders løn. Den dyrebare flyvetid måtte derfor ikke spildes, og han tilbragte turen med at tegne de forskellige skytyper, de passerede. Resultatet var et tværsnit af skytyperne tværs over Stillehavet, kun afbrudt af nogle steder med røde prikker - det var her Fujita



Et eksempel på en af Fujitas analyser, baseret på mesonet data, fra 1953.

var faldet i søvn...

27 timer senere landede han i San Francisco med \$22 i sin pung - \$22 var det maksimale beløb, man måtte udføre fra det efterkrigsplagede Japan.

Men der var stadig tre dages togrejse til Chicago tilbage. Før afgang købte han en mindre forsyning af figenbarer og Coca-cola, som nøje blev rationeret undervejs: den første røg ned, da toget afgik fra Oakland, den anden som morgenmad, da toget rullede ind i Salt Lake City, den tredje, da de nåede til Green River, Wyoming, endnu en til aftensmad i Nebraska, osv, osv. Den sidste blev klemt ned umiddelbart før togets ankomst til Chicago.

Fujita rørte ikke en figenbar mere i resten af sit liv...

Den 13. august 1953 blev Fujita modtaget af Byers sekretær i Chicago, som fandt ham gående ned af perronen med en metalkuffert. På siden var der påmalet et hvidt kryds, så han kunne blive genkendt.

De første år i USA

Fujita ankom i en periode med forhøjet interesse for tornadoer.

Der havde været flere alvorlige og dødelige tornadoudbrud nogle måneder i forvejen, og Fujita forstod hurtigt, at han var kommet til det rette sted for at studere fænomenet.

Den første tid i USA tilbragte han med Morris Tepper fra U.S. Weather Bureau i Washington. De analyserede barograf-udskrifter fra et par tornadoudbrud i Kansas og Oklahoma. Pludselige dyk i barograf-udskriften påviste områder med lavt tryk i uvejrssystemerne og blev døbt mesocykloner. Disse mesocykloner, postulerede Fujita og Tepper, var en nøglefaktor i tornadodannelsen.

En radarfilm fra en episode i 1953, hvor en storm havde produceret en tornado, viste en markant krogformet skyformation tæt på det sted hvor tornadoen var. Fujita mente at dette hook echo var nedbør, som blev tvunget rundt på grund af roterende luftstrømme.

Ved hjælp af Fujita's kartografiske evner blev nye begreber som mesolows, mesohighs og mesocykloner grafisk beskrevet, så alle kunne forstå dem.

I det hele taget var ideen om forskning og analyse på mesoskala

niveau ny - man havde tidligere primært forsket og forecast'et på synoptisk skala.

Fujita's arbejde havde imponeret i den grad, at Byers foreslog Fujita at få en fast plads i forskerteamet, såfremt han kunne få permanent arbejdstilladelse. Fujita returnerede derfor til Japan i 1955 for at afslutte sine forpligtelser dér. Mens han ventede på at få sit immigrationsvisum godkendt, arbejdede han på sin rapport "Mesoanalysis".

I 1956 vendte han, med kone og barn, permanent tilbage til USA. Ud over en masse nye ideer havde han taget navneforandring til det mere mundrette Theodore. De flyttede ind i et hus, som Universitetet havde købt til dem. Ved Chicago's Universitet besatte han stillingen som Research Professor and Senior Meteorologist og startede kort tid efter "Severe Local Storms Project".

Fargo-tornadoen

Den begivenhed, der for alvor skulle cementere hans ry som banebrydende forsker og understrege hans geni, indtraf den 20. juni 1957.

Byen Fargo i North Dakota blev denne eftermiddag ramt af en voldsom tornado (senere klassificeret F5). På grund af en usædvanlig lang varslingsperiode på en time og en usædvanlig lav bevægelsehastighed kostede tornadoen kun 10 menneskeliv på trods af enorme materielle ødelæggelser.

Det betød også at det blev den mest fotograferede og filmede tornado for sin tid.

Et par uger efter fik Fujita besøg af en kollega, som smed en stak fotos på hans skrivebord.

Billederne var taget af lokale fra Fargo, og viste tornadoen fra forskellige vinkler og tidspunkter.

En idé begyndte at rumstere i Fujita's kreative hjerne. Hvad nu hvis man kunne visualisere tornadoens livscyklus ved hjælp af tegninger, baseret på det store billed- og filmmateriale?

Han startede et samarbejde med den lokale TV-station om samle så mange fotos og filmstumper af tornadoen som muligt. TV-stationen opfordrede seerne til at udlåne deres optagelser til gavn for videnskaben.

Til Fujita's store begejstring blev resultatet 150 fotos fra 53 forskellige lokationer, samt adskillige super 8 filmruller. Der fremstod nu et næsten uoverskueligt arbejde med at lokations- og tidsbestemme de mange indsendte fotos og derefter at analysere dem. Der var nok ingen

anden end Fujita, der ville vide hvordan de skulle begynde en sådan opgave.

Men Fujita gik systematisk, omhyggeligt og tålmodigt i gang med opgaven. Han sørgede først for, at alle fotos havde samme størrelsesforhold af tornadoen. Han udførte talløse interviews med fotografer og andre vidner. Derudover besøgte han alle 53 fotolokationer for at registrere i hvilken retning kameraerne havde peget, da fotografierne blev taget. Han brugte også adskillige dage på at undersøge sporet af ødelæggelser, hvor han metodisk noterede alle former for skader.

Han kombinerede fotos fra forskellige retninger på samme tid, og hans unikke evne til at "se" i 3D ud fra rå data blev udnyttet til at lave detaljerede tegninger.

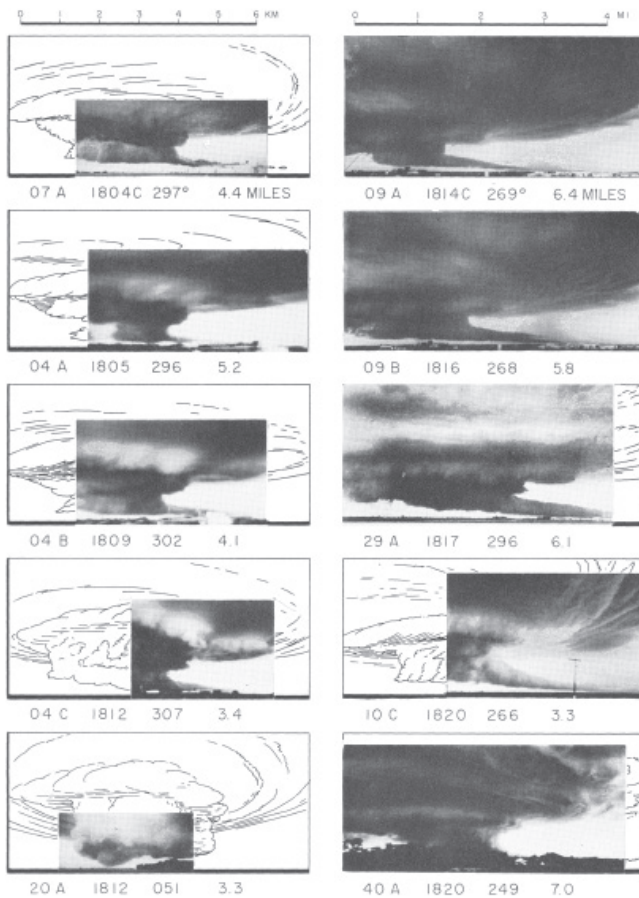
Det tog ham to år, men resultatet var en serie tegninger, der næsten minut for minut viste supercellen, og hele tornadoens livscyklus.

Han identificerede ting, som andre ville have forvekslet med tilfældige skystrukturer, fandt sammenhænge, som andre ville have overset og introducerede nye begreber. Wall cloud, collar cloud og tail cloud m.fl. blev illustreret på hans tegninger, og han postulerede, at tornadodannelse ikke var en tilfældig hændelse, men en konsekvens af bestemte opfyldte forudsætninger.

Hans endelige rapport, "A Detailed Analysis of the Fargo Tornadoes of June 20, 1957", blev en milepæl i vejrsanalyse, og overgår på mange områder, hvad der produceres selv den dag i dag.

Rapporten blev udgivet i





Fujitas kombination af fotos og tegninger, der viser en supercelles livscyklus.

3000 eksemplarer og solgt for 45 cents. Den blev revet væk. Mange af køberne var indbyggere i Fargo, som gerne ville se deres egne fotos på tryk.

Rapporten er den dag i dag et samlereobjekt.

Foruden de nye begreber, Fujita introducerede i Fargo rapporten, kunne han også påvise, at der ikke var tale om én tornado, men derimod 5 tornadoer, som blev skabt af det samme uvejr. Fujita brugte senere ordet "tornado-familie". Før Fujita's minutiøse undersøgelse af skaderne havde man haft indtryk af, at der kun var tale om én tornado.

Hele sporet af skader var 175

km langt. Tornadoen, der ramte Fargo varede omkring 20 minutter, mens hele tornado-familien varede 3 timer og 45 minutter.

Fujita kombinerede sine tegninger til en lille tegnefilm, som viste hele Fargo Uvejrets livscyklus. Det var også første gang, nogen havde forsøgt noget sådant. Folk der så den, sammenlignede den senere med en af Charlie Chaplins første stumfilm:

Flimrende, hakkende og grov, men lovende for fremtiden. Den roterende storm mindede om en mini-hurricane (begrebet "supercelle" var ikke i brug dengang).

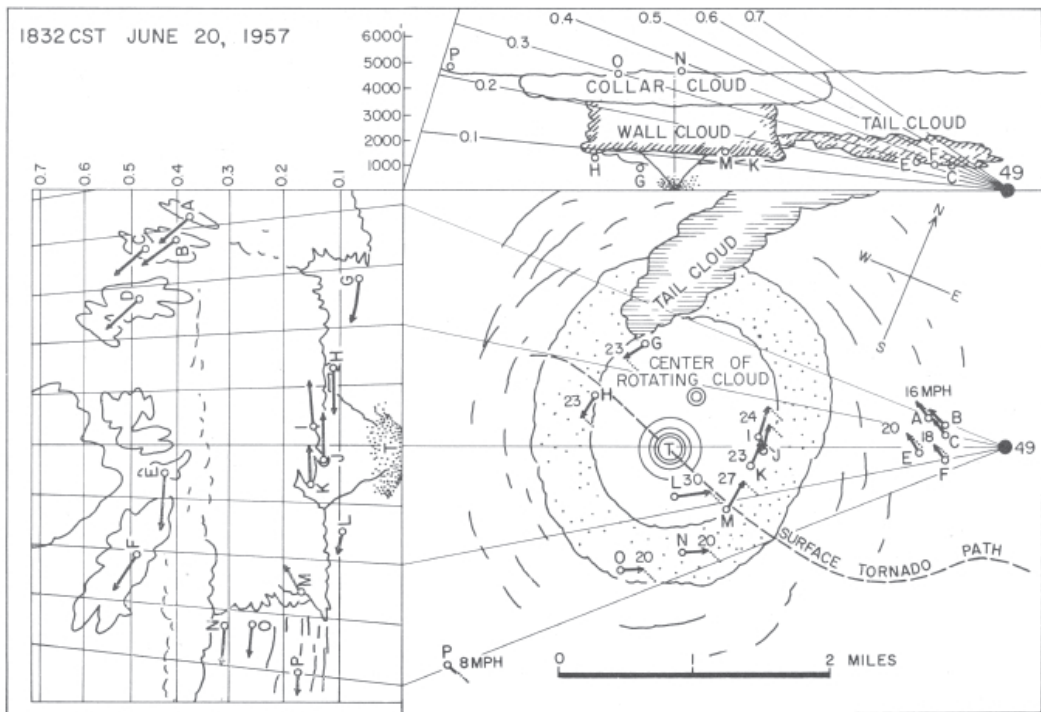
Fujita's banebrydende resul-

tater i forbindelse med Fargo Tornadoen cementerede hans ry som forsker. I moderne sprog kan man sige at han blev datidens "celebrity" inden for uvejrsforskning.

Resultaterne gjorde ham i stand til at tiltrække forskningsstipendier fra militæret, NASA og senere fra de kommissioner, der havde opsyn med atomkraftværker. På grund af dette fik han mere eller mindre frie hænder, hvilket betød, at han ikke behøvede at undervise. Hans stab, som efterhånden bestod af en personlig sekretær, en håndværker, en tekniker, to fotografer og flere studerende, fyldte nu en hel etage på Chicago Universitet's geofysiske fakultet.

Fujita udviklede et talent for at bejle til repræsentanter fra potentielle sponsorer. Sit dårlige engelsk (som nogle af hans studerende mistænkte ham for at overdrive for charmens skyld!) kompensoede han for ved at vise dem tegninger, kort og diagrammer, og senere en tornadomaschine, som brugte blæsere og tøris til at producere en minitornado i laboratoriet.

1957 var også året, hvor det daværende Sovjetunionen opsendte Sputnik. Efter flere års mere eller mindre vellykkede forsøg fik USA i 1960 sendt den første vejr-satellit op – TIROS-1. I satellittens 78 dages levetid nåede den at sende flere tusinde fotos ned til jorden. Her så man vejrsystemer på en større skala end man nogensinde havde set før. Også her var Fujita med i front. Han skabte metoder, hvorpå man ud fra sky-skygger på jorden kunne bestemme skyhøjder, og hvordan vindstyrker



Figur fra Fujitas "A Detailed Analysis of the Fargo Tornadoes of June 20, 1957"

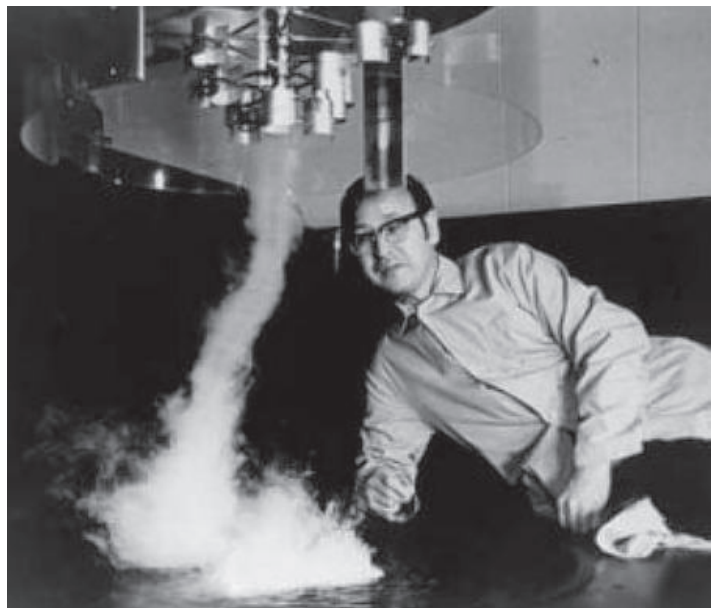
kunne bestemmes ud fra skybevægelser— først fra TIROS-1, men senere fra andre satellitter.

Den 11. april 1965 - Palmesøndag - blev flere stater i Midt-vesten ramt af et kraftigt (datidens 2. værste) tornado-udbrud. 47 tornadoer hærgede, og 271 mennesker mistede livet.

Fujita blev tilkaldt og lavede en af sine efterhånden berømte undersøgelser. I forbindelse med undersøgelsen stødte han flere gange på følgende mysterium. Et område kunne være fuldstændigt raseret, men ind i mellem alle de ødelagte huse stod der få huse tilbage, der tilsyneladende var mere eller mindre uskadede. Den gængse forklaring dengang var, at tornadoen løftede sig og slog ned igen. Han havde ved tidligere lejligheder observeret mærker i nypløjede marker, som indikerede kraftigt (men på min-

dre skala) rotation i yderkanten af selve tornadoen. Han postulerede derfor, at der eksisterede små "suction spots" i kanten af

tornadoen. Disse suction spots var årsagen til, at nogle huse var helt ødelagte og andre ikke. I dag betegnes fænomenet "suction



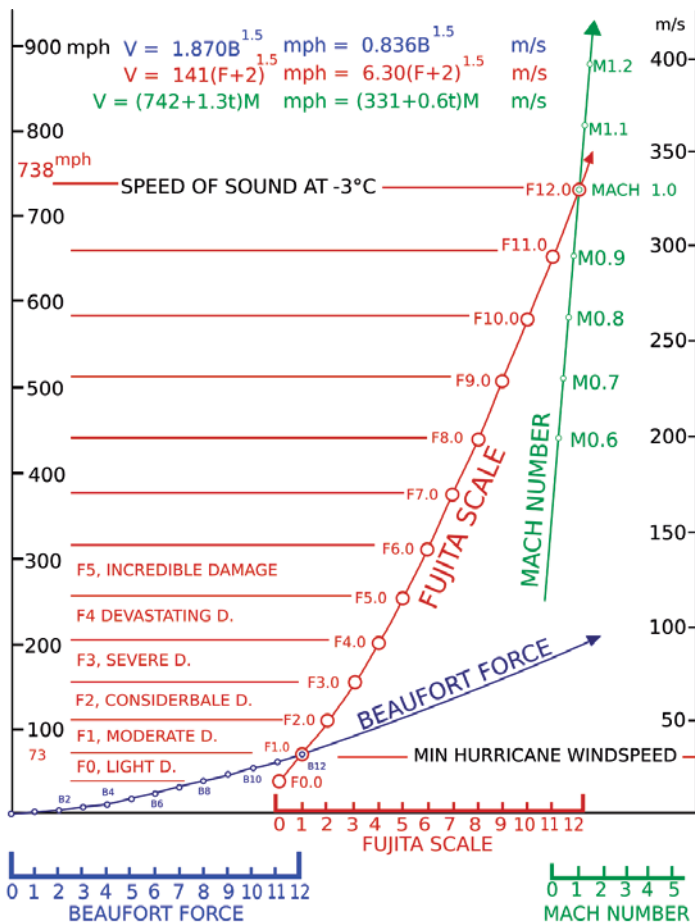
Fujitsa med sin tornadomaskine

vortices” og er forlængst verificeret på video. Senere forskning afslører, at områder, der rammes af en af disse suction vortices, udsættes for vindhastigheder, der kan være op til 90 mph højere end uden for.

Fujita-Pearson skalaen

Fujita havde et løbende og årelangt projekt i gang. Han ville lave en database over samtlige signifikante og registrerede tornadoer, der havde ramt amerikansk jord siden 1916. Med andre ord et enormt projekt. Under dataindsamlingen, der oftest bestod af diverse referencer fra avisartikler foruden observationer, blev han stadigt mere irriteret og frustreret over ikke at have noget mål for, hvor kraftige tornadoerne var. Der var ofte beskrivelser af ødelæggelserne, men aldrig kvantitative målinger. Bevægede tornadoen sig en sjælden gang direkte over en målestation, blæste måleren af. En idé rumstede derfor i Fujita's geniale hjerne. Hvad hvis man kunne lave en skala baseret på ødelæggelserne og korrelere den til vindstyrker.? Stærkt opmuntret af den amerikanske regering, som bidrog med forskningsmidler, idet den kunne bruge resultatet i forbindelse med design og bygning af A-kraftværker, gik Fujita i gang med projektet. I samarbejde med Allan Pearson blev Fujita-Pearson skalaen, Fujita skalaen eller blot F-skalaen født i 1971. Den oprindelige F-skala havde teoretisk 13 niveauer, fra F0 - F12. Både Beaufort skalaen og Mach skalaen er indkorporeret, således at F0 svarer til Beaufort 11 og F12 svarer til Mach 1.

I praksis bruges dog kun F0-



Fujita's skalatrin, sammenholdt med Beaufort skalaen og Mach-tallet.

F5, selv om Fujita "fremtidssikrede" sin skala ved at bruge betegnelsen "uoprettelige skader" ud for F6.

Meteorologerne havde for første gang et værktøj til at sammenligne tornadoer. Skalaen har dog en svaghed. Den tager ikke højde for beskaffenheden, materialerne og kvaliteten af de bygninger, den baserer ødelæggelserne på. Desuden har man eksperimentelt forsøgt at verificere de ødelæggelser, som de angivne vindstyrker formodes at skulle forårsage. Det viser sig, at der rent faktisk skal svagere vindstyrker til at forårsage ødelæggelserne.

Som konsekvens af dette lancerede man 1. februar 2007 den forbedrede Fujita skala - EF-skalaen, som netop tager højde for ovenstående. Godt 3 måneder senere, den 4. maj 2007, ramte den første EF-5 tornado byen Greensburg i Kansas med katastrofale følger.

Denne tornado blev i øvrigt observeret af forfatteren af denne artikel samt Kai-Asle Sønstabø på vores stormchase-tur. Interesserede læsere kan lære mere om denne på mange områder historiske tornado i VEJRET nr. 112.