

mán, italiano y francés. La bibliografía siguiente dista, por tanto, de ser completa. Pretende más bien proporcionar acceso al lector interesado a publicaciones recientes y a la bibliografía antigua.

- DAHL, S. O. y A. NESJE, 1996: A new approach to calculating Holocene winter precipitation by combining glacier equilibrium-line altitudes and pine-tree limits: a case study from Hardangerjøkulen, central southern Norway. *The Holocene*, 6(4), 381-398.
- HOLZHAUSER, H., 1997: Fluctuations of the Grosser Aletsch Glacier and the Gorner Glacier during the last 3 200 years: new results. En: Frenzel, B. et al., (eds.): Glacier fluctuations during the Holocene. *Paläoklimaforschung*, 16, 35-58.
- HORMES A., Ch. SCHLÜCHTER y T. F. STOCKER, 1998: Minimal extension phases of Unteraarglacier (Swiss Alps) during the holocene based on 14C analysis of wood. *Radiocarbon*, 40(2), 809-817.
- ISARIN, R. F. B. y H. RENSSSEN, 1999: Reconstructing and modelling Late Weichselian climates: the Younger Dryas in Europe as a case study. *Earth Science Reviews*, 48, 1-99.
- IVY-OCHS, S., Ch. SCHLÜCHTER, P. W. KUBIK, H. A. SYNAL, J. BEER y H. KERSCHNER, 1996: The exposure age of an Egesen moraine at Julier Pass, Switzerland, measured with the cosmogenic radionuclides 10Be, 26Al and 36Cl. *Eclogae Geologicae Helveticae*, 89(3), 1049-1063.

- KERSCHNER, H., G. KASER y R. SAILER, 2000: Alpine Younger Dryas glaciers as palaeo-precipitation gauges. *Annals of Glaciology*, 31, 80-84.
- KERSCHNER, H., S. IVY-OCHS y Ch. SCHLÜCHTER, 1999: Palaeoclimatic interpretation of the early late-glacial glacier in the Gschnitz valley, central Alps, Austria. *Annals of Glaciology*, 28, 135-140.
- KUHN, M., 1981: Climate and Glaciers. International Association of Hydrological Sciences Publication. 131, 3-20.
- NICOLUSSI, K. y G. PATZELT, 2001: Untersuchungen zur holozänen Gletscherentwicklung von Pasterze und Gepatschferner (Ostalpen). *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 36 (2000), 1-87.
- OHMURA, A., P. KASSER y M. FUNK, 1992: Climate at the equilibrium line of glaciers. *Journal of Glaciology*, 38 (130), 397-411.
- OHMURA, A., 2001: Physical basis for the temperature-based melt-index method. *Journal of Applied Meteorology*, 40, 753-761.
- PATZELT, G., 1999: Werden und Vergehen der Gletscher und die nacheiszeitliche Klimaentwicklung in den Alpen. *Nova Acta Leopoldina*, N. F. 81/314, 231-246.
- ZUMBÜHL, H. J., 1980: Die Schwankungen der Grindelwaldgletscher in den historischen Bild- und Schriftquellen des 12 bis 19. Jahrhunderts. *Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 92. Basilea: Birkhäuser, 79 pp.

La meseta tibetana: procesos físicos atmosféricos y su impacto en las precipitaciones intensas

Lianshou CHEN *

Introducción

Con una altitud media de más de 4 000 m sobre el nivel del mar, la meseta tibetana es la más grande del mundo. Tanto la circulación general de la atmósfera sobre esta meseta y su área inmediata, como otros cambios del tiempo en Asia oriental y la variación del clima en el planeta, pueden verse influidos significativamente por los procesos dinámicos y termodinámicos en la meseta, tales como una fuerte radiación, una fuente de calor, potentes actividades convectivas, la diferente naturaleza de la superficie terrestre y la topografía compleja, etc. Estos importantes temas científicos han atraído siempre la atención de la comunidad de investigación meteorológica mundial.

Dos experimentos de campo en la meseta tibetana

Para juzgar y resolver los misterios meteorológicos afectados por los procesos dinámicos y termodinámicos en la meseta tibetana, científicos chinos iniciaron dos experimentos de campo en 1979 y 1998, respectivamente. El primer Experimento Científico Atmosférico de Campo de la Meseta Tibetana (QXPME) se llevó a cabo del 1 de mayo al 31 de agosto de 1979, superponiéndose parcialmente con el FGGE-MONEX. Se ejecutaron cuatro sondeos en altitud, seis fuentes de calor y estaciones de radiación, una observación de radar y 223 observaciones circundantes de superficie. La investigación se centró en la estructura, formación y desarrollo de los sistemas meteorológicos en la meseta durante el verano, el balance de radiación en superficie, el balance térmico y sus variaciones y el impacto de la meseta sobre la variación estacional de la circulación general, inicio de los monzones, etc. Sin embar-

* Academia China de Ciencias Meteorológicas, Pekín.
Correo electrónico: cams@public.bta.net.cn.

go, en los años setenta no se disponía de imágenes de satélites operativos ni de observaciones de la capa límite planetaria (PBL) ni de ordenadores potentes. Diecinueve años después, con el desarrollo de los satélites meteorológicos, los sistemas de superordenadores y los equipos avanzados de observación meteorológica, los científicos chinos iniciaron el segundo Experimento Atmosférico en la Meseta Tibetana (TIPEX) en paralelo con otros tres experimentos de campo: el Experimento sobre los Monzones en el Mar del Sur de China (SCSMEX), el Experimento y Programa de Investigación sobre el Ciclo Energético e Hídrico en la Cuenca Fluvial del Huaihe (HUBEX) y el Experimento sobre Precipitaciones Torrenciales a Mesoescala Huanan (HUAMEX) (Figura 1). El TIPEX se llevó a cabo del 10 de mayo al 10 de agosto de 1998, en estrecha colaboración con el GAME/Tíbet mediante un Comité Mixto de coordinación, que implicaba el plan de observación, el ensayo de contraste de instrumentos sobre el terreno, la gestión de datos, el intercambio de investigación y reuniones entre TIPEX, GAME/Tíbet, GEWEX, SCSMEX y JEXAM, etc.

TIPEX

Objetivos científicos

Los objetivos científicos del TIPEX pueden dividirse en tres partes principales:

- Revelar los procesos físicos de la interacción tierra-atmósfera, el ciclo energético/hídrico, propiedades troposféricas/ PBL, proceso nubes/radiación, etc.
- Obtener una mejor comprensión del impacto de los procesos físicos en la meseta tibetana sobre el cambio climático mundial, y la formación/desarrollo de tiempo catastrófico en Asia Oriental.
- Mejorar el modelo de predicción numérica con un nuevo esquema de parametrización para la meseta tibetana y mejorar la simulación/predicción del cambio climático y del tiempo catastrófico (lluvias monzónicas fuertes, tormentas, inundaciones y sequías, etc.).

Programa de observación intensiva (POI)

El POI fue del 10 de mayo al 10 de agosto de 1998. Se llevaron a cabo observaciones convencionales en la meseta por parte del Tíbet y de las provincias de Qinghai y Sichuan. Se utilizaron once sondeos en altitud, 12 observaciones de superficie, seis observaciones de radiación y cuatro conjuntos de estaciones meteorológicas automáticas (EMA). Se seleccionaron tres bases de

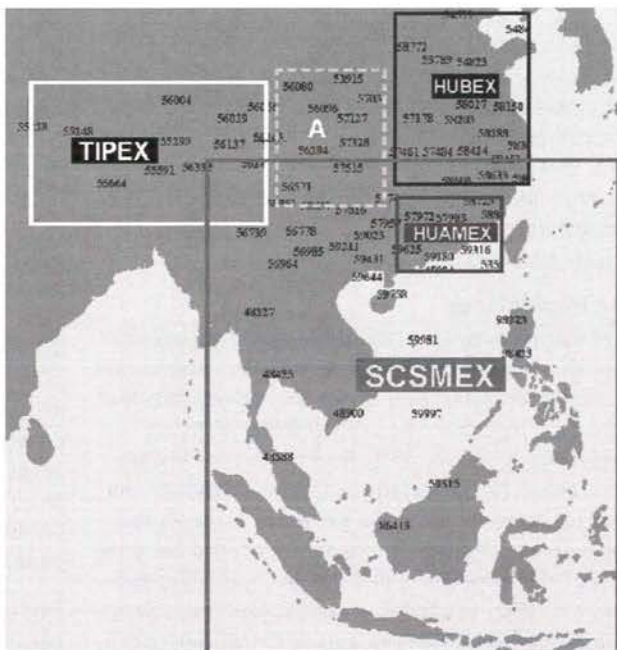


Figura 1 – Regiones de observación de los cuatro experimentos científicos atmosféricos emprendidos en 1998 (de SCSMEX)

observación de PBL según las diferentes propiedades topográficas superficiales subyacentes:

- Gaize, representativa de la región desértica de la meseta occidental.
- Dangxiong, representativa del área de llanura de la meseta media.
- Changdu, representativa del área de cadenas montañosas de la meseta oriental.

En cuanto al marco general de los cuatro experimentos científicos atmosféricos, se emplearon 70 sondeos en altitud, 369 estaciones de superficie y 15 radares meteorológicos.

El TIPEX fue muy diferente del primer experimento en 1979. Se centró principalmente en la vigilancia de la PBL con equipos sofisticados. El experimento de la PBL utilizó muchos instrumentos avanzados, tales como perfiladores del viento, 6-7 torres de observación de gradiente de nivel (20 m), sistema de razón de Bowen, anemómetro/termómetro ultrasónico, higrótermoscopio de fluctuaciones, termómetro infrarrojo, radar acústico doppler digital, perfilador de sonda cautiva, radiosonda de bajo nivel, pluviómetro óptico y diversos radiómetros (de onda corta, de onda larga, de radiación directa y dispersa, etc.).

Los parámetros principales observados durante el POI pertenecían a las categorías de estructura de la capa límite, radiación, flujo de momento/humedad/calor, perfilador de elementos, procesos hidrológicos y térmicos en el suelo, etc.

Las observaciones de satélite desempeñaron un importante papel. Además del sistema chino de satélites FY, se adquirieron también datos de otros sistemas de satélites, tales como GMS y NOAA. La mayoría de los parámetros para los procesos energéticos e hídricos, tales como nubes, vapor de agua, precipitaciones, viento, cobertura de nieve, albedo, humedad del suelo, temperatura del terreno, etc. pudieron medirse mediante teledetección por satélite.

Archivo de datos

Los diferentes tipos de conjuntos de datos recogidos han formado un enorme archivo de datos. Los datos incluyen observaciones sinópticas convencionales, observaciones intensivas especiales (incluyendo las de los equipos EMA y PBL), observaciones de satélites, etc., que se han procesado con claves estándar y son de fácil acceso y utilización por parte de los organismos de investigación interesados. Por otro lado, se realizó una asimilación de datos en cuatro dimensiones utilizando un modelo de predicción avanzada de mayor resolución. Este conjunto de datos proporciona una sólida base de investigación para una mejor comprensión de la interacción atmósfera/superficie de la tierra en la meseta.

Características de los procesos físicos de la meseta tibetana [1]

Coefficiente de arrastre

El coeficiente de arrastre de la superficie del terreno (C_D) y la rugosidad son parámetros importantes en el proceso combinado sobre la superficie terrestre que pueden afectar significativamente a la exactitud de la predicción numérica. La opinión científica sobre el valor del coeficiente de arrastre había variado mucho. El TIPEX muestra que el valor del coeficiente de arrastre cambia con las propiedades de la superficie del terreno. La variación del C_D con la estabilidad en Changdu (cadena montañosa) muestra que el valor neutro de C_D (C_{DN}) es igual a $5,3 \times 10^{-3}$ (Figura 2), que es bas-

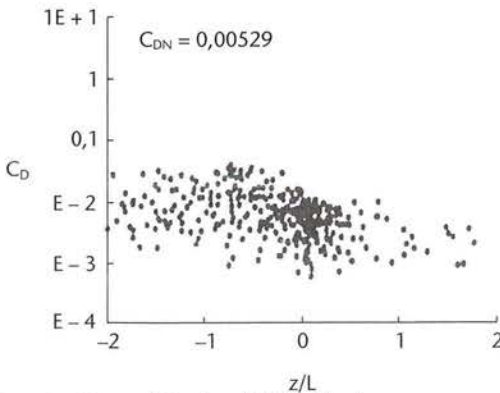


Figura 2 — Variación de C_D con la estabilidad en Changdu

tante diferente en las diferentes superficies subyacentes de la meseta. El C_{DN} en Gaize (desierto) es igual a $2,31 \times 10^{-3}$ y el C_{DN} en Dangxiong (llanura) es igual a $1,8 \times 10^{-3}$.

Al analizar el perfil del viento, se encontró que la rugosidad superficial del terreno en las estaciones de Gaize, Dangxiong y Changdu es de 0,0026, 0,0022 y 0,014 m, respectivamente, que es coherente con el resultado de los valores de C_D (Figura 2). Durante el POI, las rugosidades en Gaize y Dangxiong pueden considerarse constantes. La rugosidad en Changdu depende del área de vegetación, que varía de estación a estación. El estudio numérico [2] con CCM₃ (R15L9) pone de manifiesto que cuando se sustituye el valor estimado de rugosidad superficial del terreno en el modelo por el observado por el TIPEX, el campo isobárico predicho y su distribución anómala, así como la tasa porcentual de anomalía de las precipitaciones mensuales, estarían de acuerdo con las observaciones.

Inversión de humedad

Las observaciones en TIPEX mostraron que existen fenómenos significativos de inversión de humedad en la meseta, que son más significativos que los observados en el primer experimento en la meseta tibetana. Esta característica está relacionada con la importante fuente de humedad en el extremo sur de la meseta. Los análisis de los datos de sonda cautiva muestran que la inversión de humedad es más significativa en la parte oriental que en la parte occidental. Esto sugiere la

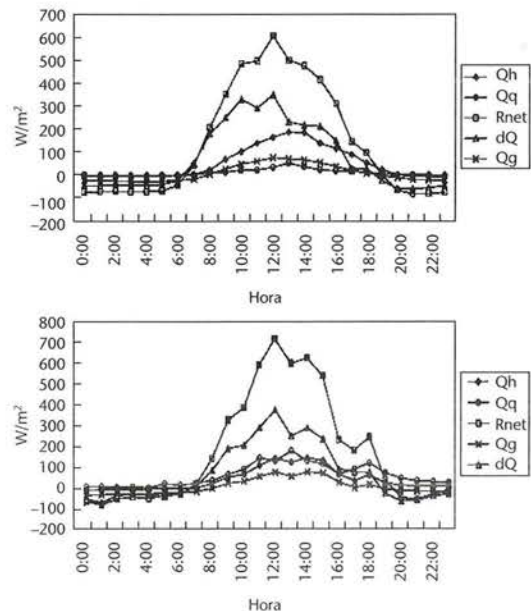


Figura 3 — Variaciones diarias de los flujos de calor sensible (Q_h) y latente (Q_l), flujo de calor del suelo (Q_g) y radiación neta (R_{net}) y diferencia de calor $dQ = R_{net} - (Q_h + Q_l + Q_g)$ en la estación de Dangxiong (a) en la estación húmeda (22 de junio - 1 de julio) y (b) en la estación lluviosa (20 de mayo - 21 de junio)

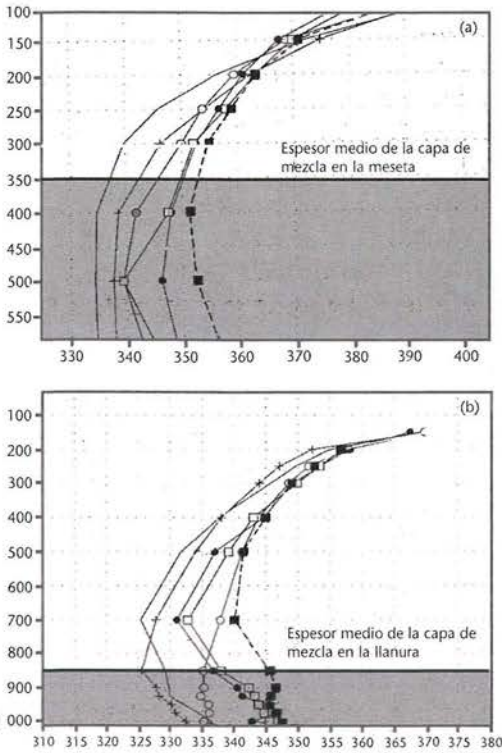


Figura 4 — Distribución vertical de la temperatura potencial pseudo-equivalente (una media de cinco días) en la llanura (b) y en la meseta (a) en mayo de 1998

existencia de un débil canal de transporte de humedad a niveles de la PBL superiores a la media sobre el Tíbet. Los sondeos a bajo nivel muestran que existe frecuentemente un chorro sur-oeste de 10-25 m/s de velocidad de viento a 400-500 m por encima de la parte media de la meseta. Quizás estos dos fenómenos están relacionados.

Radiación intensa

Las observaciones [3] han mostrado que la radiación es muy intensa en la meseta. La radiación global está frecuentemente por encima de la constante solar ($1\ 360\ \text{W/m}^2$). La radiación media en diez días durante mayo-agosto de 1998 es de aproximadamente $340\ \text{W/m}^2$ en el Tíbet occidental, con un valor máximo de más de $370\ \text{W/m}^2$, es decir más de $352\ \text{W/m}^2$ (el valor máximo obtenido en el primer experimento tibetano). La variación total es la mayor del mundo, y mucho mayor que el valor máximo ($320\ \text{W/m}^2$) del área de-

sértica en áreas tropicales y subtropicales del hemisferio norte. Este fenómeno está relacionado con la distribución de cúmulos y su efecto radiante, que se encuentra raramente en otras áreas.

Balace de energía

Se han encontrado desequilibrios significativos de energía entre el flujo de calor sensible (Q_h), de calor latente (Q_q) y de calor del suelo (Q_g); la radiación neta (R_{net}) presenta una diferencia significativa (dQ) (Figura 3). Este fenómeno aparece en muchos lugares de la meseta. Las observaciones muestran que la fuente de calor de superficie (radiación neta) en el Tíbet central es más intensa que en el Tíbet occidental y oriental.

Espesor de la PBL

Debido a la fuerte radiación sobre la meseta, la temperatura del suelo y en la capa cercana al mismo aumenta rápidamente, y forma una estructura de estratificación inestable. Los datos de radar doppler acústico digital en Dangxiong muestran que puede formarse fácilmente una estructura de estratificación inestable, que empieza a las 09:00 h. Esta tiene el importante papel de impulsar un fuerte desarrollo de la convección turbulenta en la PBL sobre la meseta, lo que hace que el espesor de la PBL (Figura 4(a)) sea aproximadamente el doble que sobre el área de llanura (Figura 4(b)).

La variación de la velocidad y dirección media del viento con la altura (Figura 5(a), (b)) en Dangxiong a partir de sondeos a bajo nivel indica que la velocidad del viento aumentará con la altura, debido a que el efecto de fricción se reduce verticalmente. El viento medio deja de aumentar por encima del punto de aproximadamente 2 300 metros, sugiriendo que esta altura por encima del suelo podría ser el espesor de la PBL.

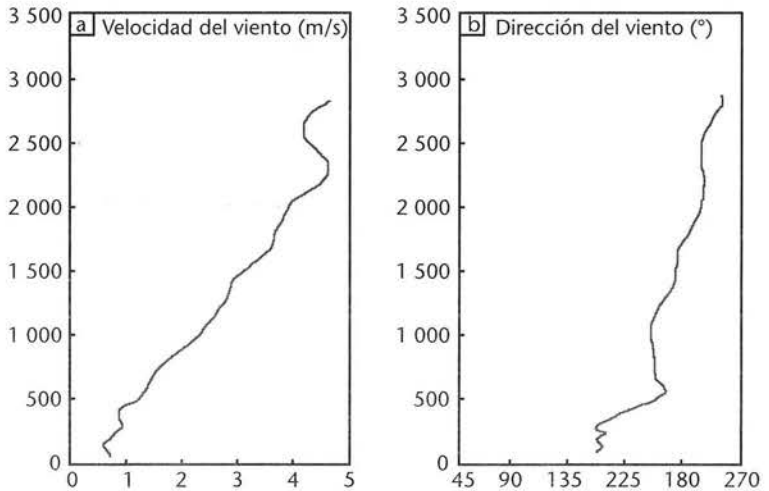


Figura 5 — Variación de la velocidad (a) y dirección (b) media del viento con la altura durante el día (09:00 h a 19:00 h) en Dangxiong, en junio de 1998, a partir de sondeos a bajo nivel

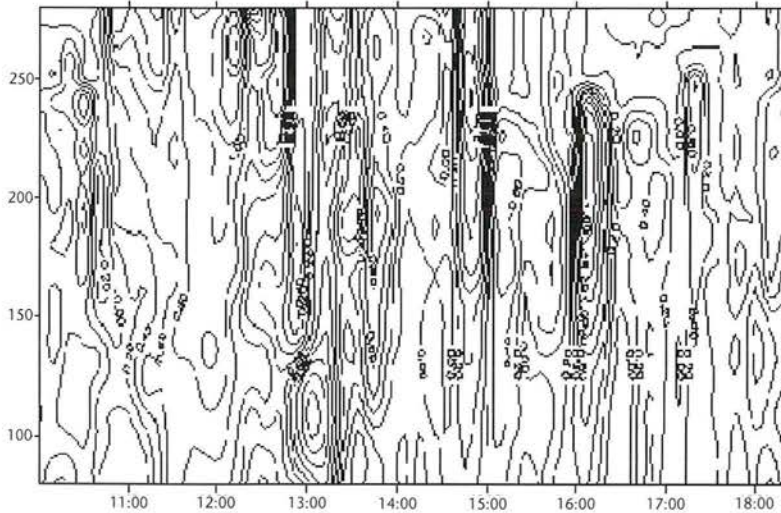


Figura 6 — Velocidad vertical w (m/s) en Dangxiong, el 24 de junio de 1998, a partir del radar acústico doppler digital

Movimiento vertical intenso

El estudio observacional muestra que es fácil la formación y el desarrollo de la estratificación inestable y de un potente movimiento convectivo a mesoescala en la meseta. Se desarrollaría rápidamente con el sol de la mañana una estratificación inestable. Pueden desarrollarse nubes fuertemente convectivas por encima de los 16 km. Sin embargo, habitualmente aparecen ecos fuertes de nubes en el nivel inferior de la PBL. Existe una convergencia significativa en la PBL media-baja, con fuerte divergencia en el nivel superior de 14 km más o menos. Además, mediante el análisis de los datos de radar acústico en Dangxiong durante la POI, se determinaron las características de la pluma convectiva de la columna estrecha en la capa límite. La velocidad vertical en el centro de la pluma es a menudo superior a 1 m/s, y, a ambos lados del centro de la pluma, aparecen áreas simétricas de movimiento de subsidencia (Figura 6). La duración de la pluma convectiva sugiere que la convección a mesoescala es muy activa en la parte media de la meseta. La velocidad vertical es frecuentemente mayor de 1 m/s (Figura 7(a), (b)) y la variación de la velocidad vertical media tiene un ciclo de 1,5 h (Figura 7(c)).

Impacto remoto de la convección fuerte

Se llevaron a cabo también análisis de correlación [4] con la temperatura de

cuerpo negro de satélite (T_{BB}). El resultado muestra una correlación significativa entre el comportamiento del anticiclón subtropical y la fuerte actividad convectiva en la meseta oriental. El fuerte movimiento ascendente por encima de la meseta oriental habitualmente se reduce en la costa sudeste de China varios días después, lo que consiguientemente intensifica el anticiclón subtropical. Además, existe una estrecha relación entre la fuente de

calor de la meseta y el anticiclón subtropical. Utilizando la fuente de calor observada en la meseta, en lugar de la fuente de calor del modelo en el modelo CCM₁, se detectaron con éxito el avance hacia el norte y la retirada hacia el sur del anticiclón subtropical en el período Meiyu de 1998.

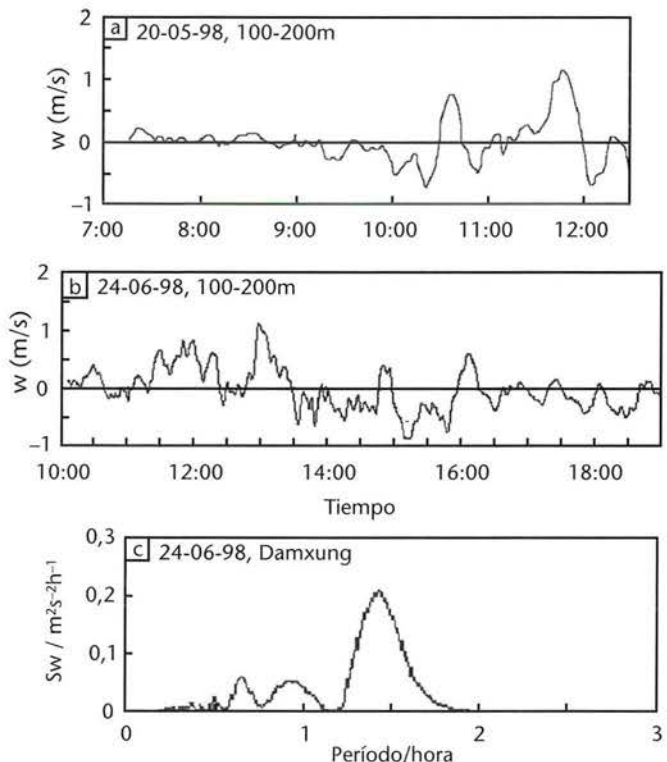


Figura 7 — Variación de la velocidad vertical media en la capa límite inferior a 100-200 m a partir del radar acústico doppler digital en Dangxiong, el 20 de mayo y el 24 de junio de 1998 ((a) y (b), respectivamente), y distribución de la densidad espectral de la velocidad vertical en Dangxiong (c)

Agrupaciones nubosas que se mueven hacia el este y precipitaciones intensas en el valle del río Yangtzé

Agrupaciones nubosas moviéndose hacia el este

El estudio [5] muestra que el calentamiento y la fuerte convección en la meseta podrían tener un impacto significativo en la circulación y el consiguiente tiempo riguroso en la China central y oriental. La mayor parte de las aglomeraciones nubosas a gran escala formadas por la convección sobre la meseta no pueden moverse desde ella hacia el este debido a la topografía local y a las condiciones termodinámicas. Sin embargo, en ciertas condiciones, parte de las aglomeraciones nubosas pueden dejar la meseta hacia el este, desarrollarse y producir intensas lluvias catastróficas en los tramos medio e inferior del valle del río Yangtzé. Las precipitaciones intensas en el valle del río Yangtzé en junio y julio de 1998 estuvieron causadas por dichas aglomeraciones nubosas a gran escala. Además, las fuertes lluvias y graves inundaciones en los tramos medio e inferior del río Yangtzé en 1991 estuvieron relacionadas también con el movimiento hacia el este y el desarrollo de estas estructuras nubosas.

Condiciones favorables para el desarrollo de aglomeraciones nubosas de movimiento hacia el este

Algunas aglomeraciones nubosas de movimiento hacia el este se disiparán en los tramos medio e inferior del valle del río Yangtzé, mientras que otras se desarrollarán intensamente en ciertas condiciones de circulación. Se estudiaron las condiciones ambientales en el valle del río Yangtzé para el desarrollo de una aglomeración nubosa (o del correspondiente vórtice) procedente de la meseta tibetana con un modelo de ecuación barotrópica primitiva [4]. Se llevó a cabo la simulación numérica con un dominio computacional de $2\,000 \times 2\,000$ km y una rejilla de 201×201 puntos. La resolución horizontal era de 10 km, y se fijó el bi-

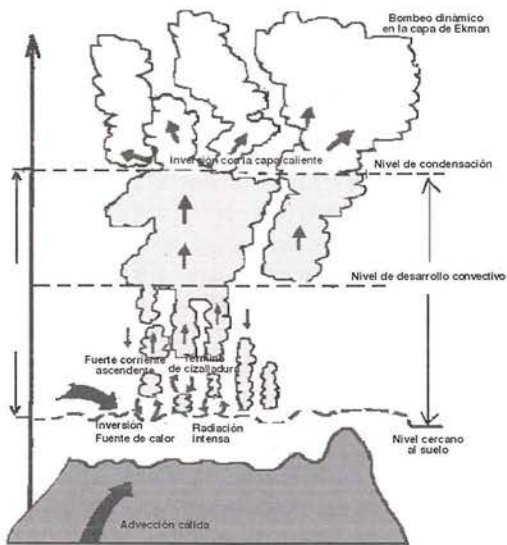


Figura 8 — Modelo conceptual del desarrollo de la convección y la formación de aglomeraciones nubosas en la meseta tibetana

Formación de aglomeraciones nubosas y desarrollo de movimiento convectivo

El fuerte movimiento vertical, la radiación solar y el espesor de la capa límite son favorables para el desarrollo de una fuerte convección y para la formación de una enorme aglomeración de nubes sobre el Tibet, a menudo a una elevada altitud. En primer lugar, la intensa radiación solar en la superficie calienta el aire que rodea la capa, produciendo una fuerte inestabilidad y una fuerza ascendente del aire. Esto puede desencadenar un intenso movimiento vertical a mesoescala que calienta el aire en el nivel de condensación, desarrollándose una segunda etapa de movimiento vertical debido a la inestabilidad de la estratificación entre esta capa caliente y la capa de aire frío superior. Un modelo conceptual podría explorar estos procesos físicos (Figura 8).

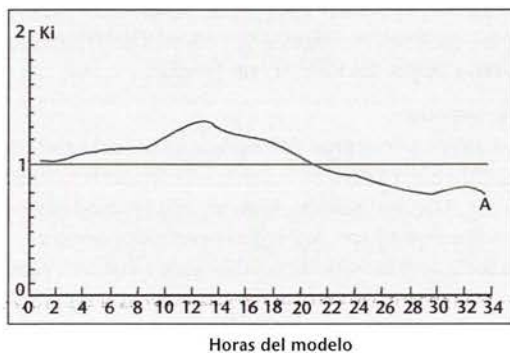
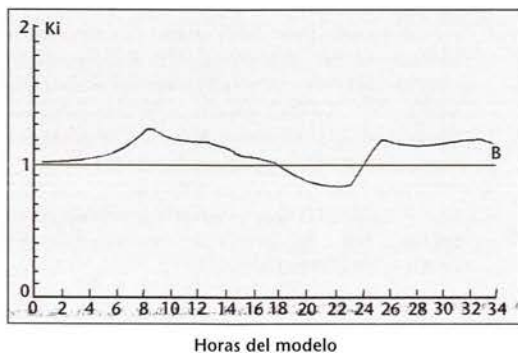


Figura 9 — Variación de la energía cinética total de la turbulencia en el vórtice con el tiempo: (a) en un ambiente con campo de flujo básico con cizalladura de vorticidad positiva; y (b) en un ambiente con campo de flujo básico con cizalladura de vorticidad negativa

sector del plano beta a $\phi = 30^\circ\text{N}$. El tiempo de integración es

$$\bar{v} = 0, \bar{u} = \bar{u}(y)$$

En el campo inicial de la simulación numérica, existe un vórtice con una escala espacial de 500 km y ocho vórtices menores con una escala espacial de 200 km. Los resultados de la simulación mostraron que el flujo ambiental con región de vorticidad positiva en la inestabilidad barotrópica al oeste es favorable para el desarrollo de un vórtice:

$$\zeta(y) = -\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} > 0$$

y la región de vorticidad negativa en el oeste suprimiría el desarrollo del vórtice:

$$\zeta(y) = -\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} < 0$$

Se supone que la energía cinética total en el vórtice en cada momento del modelo puede escribirse como:

$$W = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} m V_i^2$$

en la que:

$V_i = \sqrt{u_i^2 + v_i^2}$ es la velocidad del viento en el punto de rejilla i ; y

n indica el número total de puntos de rejilla en el vórtice encerrados por la isolínea de vorticidad nula. La variación de W con el tiempo puede describir el cambio de intensidad del vórtice. El aumento de intensidad del vórtice en el campo de flujo ambiental se indica como $\zeta(y) > 0$ (Figura 9(a)) y la disminución en el campo de flujo ambiental como $\zeta(y) < 0$ (Figura 9(b)).

El resultado anterior muestra que la fusión de las aglomeraciones nubosas que se mueven hacia el este desde la meseta con las aglomeraciones nubosas locales en el valle del río Yangtzé, y la existencia de un flujo básico a gran escala con cizalladura de vorticidad positiva son dos condiciones esenciales para el desarrollo de las estructuras nubosas de movimiento hacia el este, que pueden originar fuertes precipitaciones en ciertas partes del valle del río Yangtzé.

Resumen

Como un tercer polo del mundo, la meseta tibetana ejerce un impacto significativo sobre el cambio climático y el tiempo adverso, tanto en Asia Oriental como a nivel mundial. Los dos experimentos de campo en la meseta proporcionaron muchos datos valiosos, espe-

cialmente observaciones de la PBL. Utilizando estos datos, se han investigado estudios detallados sobre temas científicos relacionados, con algunos nuevos descubrimientos sobre aspectos tales como el transporte de vapor de agua, el balance de energía, el desarrollo de una estratificación inestable, la estructura de la PBL en la meseta y la influencia de las aglomeraciones nubosas de la meseta sobre las lluvias intensas en el valle del río Yangtzé. Aunque se han realizado progresos en la comprensión de las características de la meteorología de la meseta, permanecen muchos problemas sin resolver, mientras que algunos de los nuevos descubrimientos están todavía pendientes de confirmación. Consiguientemente, es necesario llevar a cabo un tercer experimento sobre el terreno en la meseta tibetana. Durante el TIPEX, la exitosa cooperación entre China y Japón desempeñó un importante papel. Respecto del futuro programa TIPEX, está en curso una cooperación internacional adicional.

Ocurren muchos desastres relacionados con el tiempo en la meseta tibetana, incluyendo sequías, tormentas de nieve, fuertes lluvias convectivas a mesoescala y las avalanchas resultantes, coladas de lodo, deslizamientos de tierra, etc. Además, el tiempo adverso y las variaciones climáticas en Asia oriental y en otras áreas del mundo pueden verse influenciados por las condiciones en la meseta tibetana. Los científicos continuarán su investigación sobre la meteorología de la meseta para adquirir una mejor comprensión de sus mecanismos físicos. Podrían ser factibles así una predicción exacta del cambio climático y del tiempo riguroso resultante.

Referencias

- [1] ZHOU Mingyu, XU Xiangde y otros, 2000: *Analysis and Dynamic Study of Atmospheric Boundary Layer on Tibetan Plateau*, Meteorological Press, Pekín, 1-123.
- [2] ZHENG Qinglin, et al., 1999: Long Range Numerical Weather Forecasting. *Annual Report of CAMS*, 35 pp.
- [3] CHEN Lianshou, XU Xiangde, 2000: Some Findings from TIPEX. 24.ª Conferencia sobre Huracanes y Meteorología Tropical, 157-158.
- [4] CHEN Longxun, Li Wei, 2000: Characters of the Seasonal Variation of the Atmospheric Heat Sources and the Moisture Sinks over Tibetan Plateau and Surrounding Areas in 1998 with Their Impacts on the Convection and Precipitation of Downstream Areas. 2.º Taller internacional sobre TIPEX y GAME/Tíbet, 140-142.
- [5] CHEN Lianshou, LUO Zhexiong, 2000: The Impact of Vortices over Tibetan Plateau on Heavy Rainfall along Yangtze River Basin. Segundo Taller Internacional sobre TIPEX y GAME/Tíbet, 135-136.