



Title	十勝川水系の河床低下に伴う沖積層地下水の変動
Author(s)	中尾, 欣四郎; NAKAO, Kinshiro; 石井, 吉之 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 40, 23-30
Issue Date	1981-11-30
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/gbhu.40.23">https://doi.org/10.14943/gbhu.40.23</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/14384">https://hdl.handle.net/2115/14384</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	40_p23-30.pdf



## 十勝川水系の河床低下に伴う沖積層地下水の変動

中尾欣四郎・石井 吉之・大泉 裕一\*・大池 定治\*\*

北海道大学理学部地球物理学教室

(昭和 56 年 7 月 25 日受理)

### Impact of Riverbed Lowering on Groundwater in the Tokachi Fluvial Plain

By Kinshiro NAKAO, Yoshiyuki ISHII,

Hiroichi OIZUMI and Teiji OIKE

Department of Geophysics, Faculty of Science,

Hokkaido University

(Received July 25, 1981)

Lowering of the riverbed has continued since about 1960 widely in the Tokachi fluvial plain, also bringing about the lowering of the river stage. It may have been caused by gravel digging from the riverbed or river improvement work or both.

For example, the riverbed lowered by 2 m in 14 years from 1963 to 1977 and low water fell down coincidentally by 2.7 m in the river stage in 16 years from 1961 to 1977, though there is no annual change in flow rate of low water.

Furthermore, the amount of the underflow from the Tokachi River and the Satsunai River to the adjacent fluvial aquifer decreases and then its impact on groundwater is extending gradually outward, causing the lowering of the water table in the Aikawa region and a decrease in river flow in the Men River and the Nuppuku River fed by the underflow.

#### I. は じ め に

十勝川水系では、河川改修工事や砂利採取の進行に伴い 1960 年頃から河床低下が目立ち始めた。これとともに河川水位もまた年々低下する傾向にある。河川水位の低下は、十勝川水系全域

---

\* 現在, 山形県庁

\*\* 現在, 北海道立津別高等学校

の沖積層地下水に大きな影響を及ぼし、地下水位の低下や湧泉が涵養される小河川の流量減少などを引き起している。

特に、水温の比較的一定した小河川を利用するさけ・ます孵化事業への影響が深刻な問題となっている。

これらに関連して、1978年11月、十勝川および札内川周辺の相川地区、メン川地区およびヌツク川地区の3地域(Fig. 1)で地下水調査を実施した。

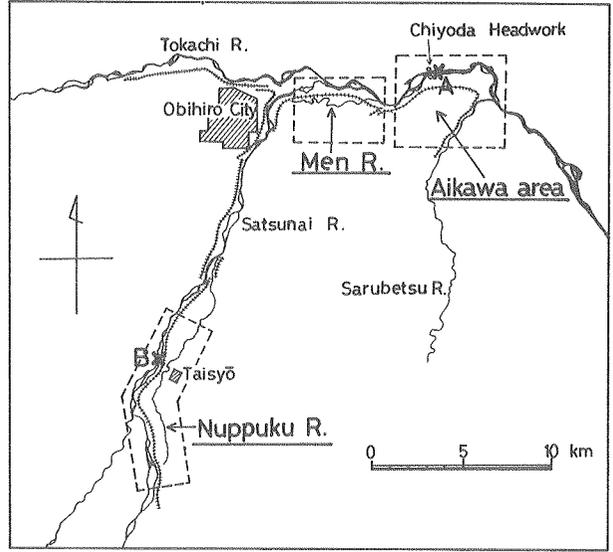


Fig.1. Location map of each study area. The points of A and B show the Chiyoda gauging station and Dai-ni Okawabashi gauging station, respectively.

## II. 河川水位の経年変化

流域面積が5081 km<sup>2</sup>の十勝川千代田測水所における測水断面での平均河床高、低水位および低水流量の経年変化を Fig.2 に示した。なお、低水位と低水流量は1年を通じ275日はこれより下がない水位と流量である。低水位は1961年頃より一方的な低下傾向にあり、1977年まで16年間で約2.7 m 低下した。

また、河床は1963年から1977年の14年間で2 m 低下し、低下傾向は低水位のそれと良く対応している。一方、低水流量には経年的減少傾向は認められず、河川水位の低下は主として河床の低下に起因すると判断される。

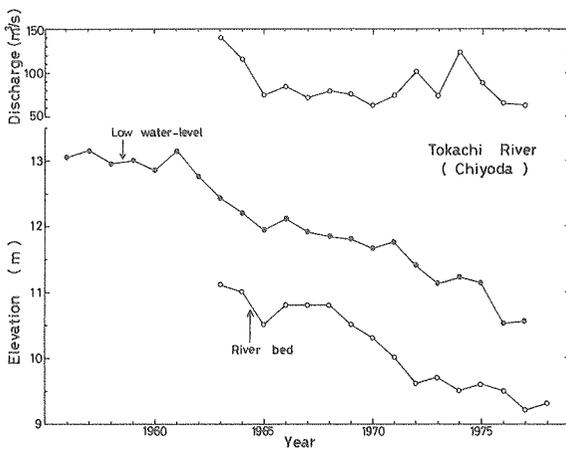


Fig. 2. The secular variations of river bed elevation, low water-level and low flow at the Chiyoda gauging station.

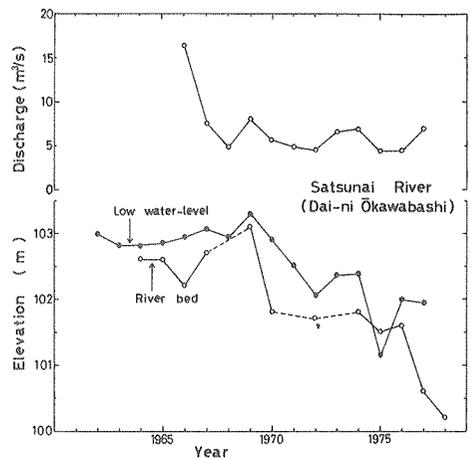


Fig.3. The secular variations of river bed elevation, low water-level and low flow at the Dai-ni Okawabashi gauging station.

札内川第二大川橋測水所(流域面積 580 km<sup>2</sup>) (Fig. 3)でも、十勝川千代田測水所よりやや遅れ、1969年から河床低下と低水位の低下が同時に始まり、1975年までの6年間で1.6mの河床低下に対して、低水位の低下は2.2mであった。

河川水位低下の影響が著しいと見られる3地区の沖積層地下水は、固結した砂岩および泥岩の互層から成る池田層を不透水基盤とし、それより上部の厚さ20~30mの砂礫層中に自由水面地下水として賦存している。なお、上部砂礫層中にも、透水性の劣る粘土・シルト質層が介在している。

### III. 相川地区の地下水位低下

相川地区は十勝川の右岸で、十勝川と猿別川との堤防に挟まれ、また、十勝川千代田堰堤はこの地区のほぼ中央にあたる。

この地域では、これまで生活用水として自由水面地下水を利用して来たが、筆者等が調査を実施した1978年には、地下水位低下や水質悪化のため、既に、水道用水に切り換えられていた。

開発局によって地下水位調査が1971年から1972年にかけて行われた。この資料を元に流線網を作成し、Fig. 4に示した。これによると、千代田堰堤を境にして、十勝川の上流側から伏流して下流側へと向かう地下水流が顕著である。また、16ヶ月の調査期間でも、季節変動はあるが、全

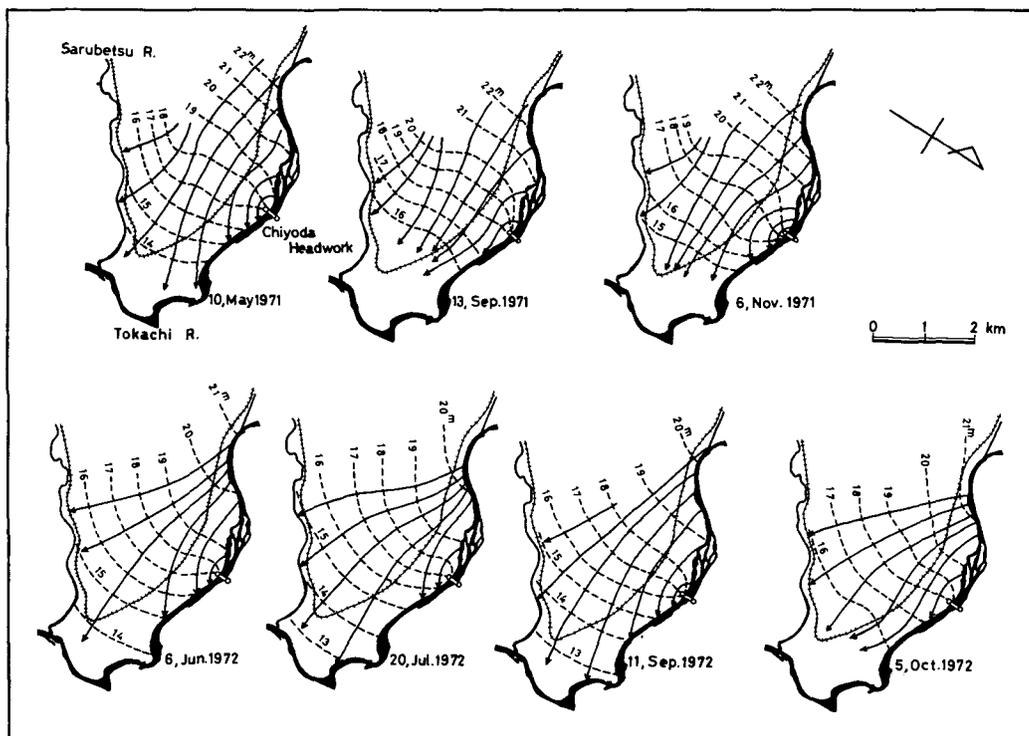


Fig. 4. The groundwater flow-nets in the Aikawa area  
(---: equipotential line, —: groundwater flow line).

一般的に地下水位は徐々に低下している。堰堤下流の河床低下に伴う河川水位の低下は、伏流地下水の動水勾配を増加させ、その結果、堰堤を迂回する地下水流となって特徴的に現われている。

さらに、相川地区では地下水位低下に伴い、地下水の水質が悪化したと云われている。そこで、水質良否の目安となる Fe, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>成分を地下水および河川水について、Hach 現場水質分析計で分析した。採水地点を Fig. 5に、分析結果を Table 1に示した。河川水の Fe濃度が 1 mg/l以下であるのに比べ、地下水は 1 ~ 4 mg/lと高く、Fe の飲料水水質基準が 0.3 mg/lであることから見て、現在、井戸水はかなり水質悪化を来していると判断される。

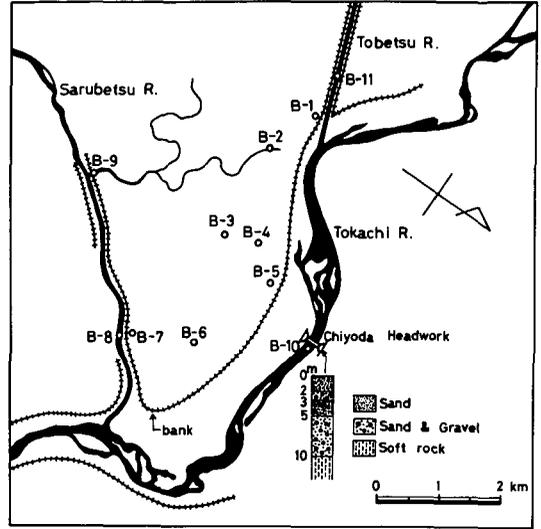


Fig. 5. Water sampling points for chemical analysis, and a geologic column at the drilling site of the Chiyoda headwork.

Table 1. Chemical compositions of each sampling water.

	Fe (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	remarks
B - 1	1.04	0	11.0	groundwater
B - 2	0.47	78	17.5	river water
B - 3	3.3	(140)	10.0	groundwater
B - 4	1.18	25	7.0	"
B - 5	3.3	0	5.0	"
B - 6	3.6	46	10.5	"
B - 7	3.9	12	34.0	"
B - 8	0.37	9	9.5	river water
B - 9	0.96	13	21.0	"
B - 10	0.22	13	9.0	"
B - 11	0.07	8	(15.0)	"

千代田堰堤付近の地質柱状図(Fig.5)によると、相川地区で利用している地下水帯水層は地表下 15 m 程度の上部砂礫層である。この帯水層の地下水位低下により、帯水層下部の氾濫原シルト質堆積物中の Fe 成分を多く含んだ地下水の混入割合が増加したことが地下水の水質悪化の直接原因であろう。

#### IV. メン川の流量減少

メン川は札内川の伏流による湧泉で涵養され、十勝川に注ぐ小河川で、北海道さけ・ます孵化

場札内事業場（中川郡幕別町）によって利用されて来た。しかし、近来、メン川の流量が減少したため、下流部で稚魚放流水深を維持するのが困難となり、現在、河床の掘り下げや十勝川との合流地点にある水門の改修工事が進められている。

札内川および十勝川の河川水位の低下がメン川の流量にどのような影響を与えたかを見るために、メン川の4地点で精密な流量測定を実施した。ところで、メン川の流量は $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度の小流量であり、通常の流速計による測定方法では十分な精度が期待出来ない。そこで、成分収支を基礎とした希釈法による流量測定を行った。

一般に、希釈法ではトリチウムなどの放射性同位体を用いるが、安全性の問題もあるので、トリチウムと同程度に微量成分の検出が可能な蛍光染料を用いた。蛍光染料にも種々あるが、ここでは、生物に対する毒性が最も少なく、吸着性や日射による分解などの点でも難点のないフローレツセンナトリウムを用いた。分析は現地の孵化場で分光蛍光光度計（日立 204-A型）を用いて行い、検出精度は $10^{-4} \text{ mg}/\ell$ であった。

希釈法は濃度 $(C_1)$ のフローレツセンナトリウム溶液を一定流量 $(Q_1)$ で河川に注ぎ、河川水と充分に混合した下流地点で河川水を採水する。測定は約 $100 \text{ mg}/\ell$ 濃度のフローレツセン溶液を定水頭流出方式で一定流量とし、 $5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ 程度の微流量を約30分間河川に注ぎ、注入終了直前に約30m下流で採水した。なお、注入は河川の中央部で行い、また、流れが緩い場合には人為的に攪拌した。

注入地点上流で自然状態でのフローレツセンナトリウム濃度を $C_0$ 、流量を $Q_0$ とし、下流採水地点の濃度 $C_2$ 、流量 $Q_2$ とすると、成分収支の式は、

$$C_0 Q_0 + C_1 Q_1 = C_2 Q_2 \quad (1)$$

となる。ここで、

$$Q_0 + Q_1 = Q_2 \quad (2)$$

で、両式から河川流量 $Q_0$ は、

$$Q_0 = Q_1 (C_1 - C_2) / (C_2 - C_0) \quad (3)$$

となる。ただし、一般に、自然河川ではフローレツセンナトリウムは含まれておらず、また、注入水は高濃度で希釈率も大であるので、

$$C_1 \gg C_2, C_2 \gg C_0 \quad (4)$$

が成り立ち、

$$Q_0 = (C_1 / C_2) Q_1 \quad (5)$$

となる。

流量測定断面は Fig. 6 に示した如く、下流から A-1 ~ A-4 までの4地点で、測定結果を Table 2 に示した。この場合、希釈率は $10^{-3}$ で、濃度の検出精度と注入水の流量測定精度から見て、河川流量の測定精度は有効数字3桁である。

メン川の流下方向に沿った流量変化を Fig. 7 に示した。これによると、流量は流下方向に減少し、特に、A-3地点とA-2地点間で流量の減少が著しい。一方、航空写真によると、A-3

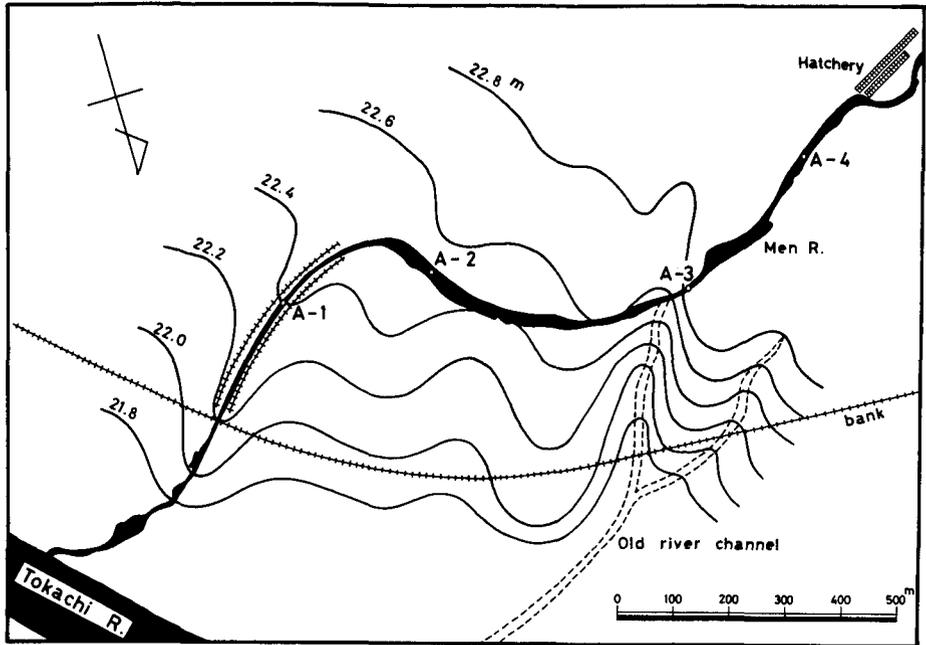


Fig. 6. Stream gauging sites in the Men River, and the contour map of groundwater table in February, 1978.

Table 2. Results of dilution gauging.

	$C_1$ (mg/l)	$C_2$ (mg/l)	$Q_1$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_0$ (m <sup>3</sup> /s)
A - 1	103.63	0.0554	$0.465 \times 10^{-4}$	0.087
A - 2	107.20	0.0776	$0.633 \times 10^{-4}$	0.087
A - 3	102.57	0.0391	$0.478 \times 10^{-4}$	0.125
A - 4	102.67	0.0458	$0.552 \times 10^{-4}$	0.124

地点から約 50 m 下流に, Fig. 6 に破線で示した如くメン川の現河道から発し, 十勝川に達する河道跡が判読される。また, 1978 年 2 月に測定した等地下水水位線によれば, この旧河道は地下水流の谷に相当している。

従って, メン川の流下に伴う流量の減少は主として透水性の良い旧河道に沿って十勝川に流出する伏流地下水のためと考えられる。十勝川の水位低下はこの伏流地下水流量を増大し, メン川下流部の著しい流量減少を結果した。

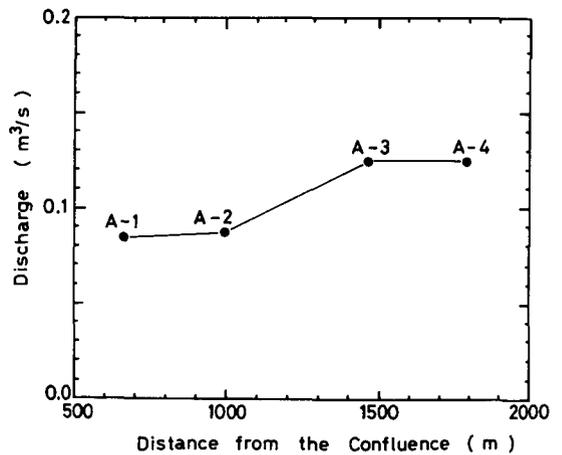


Fig. 7. The longitudinal variation of river discharge in the Men River.

### V. ヌツプク川の流量減少

ヌツプク川は札内川の右岸沿いに約 1 km の距離を保ち、ほぼ平行に流下し札内川に注ぐ小河川である。同河川は 1972 年頃から流量が一方向的に減少し、1976 年以降からしばしば表流水が涸渇し、北海道さけ・ます孵化場十勝支場（帯広市大正町）の孵化事業に支障を来している。

そこで、自然トリチウムを指標とする水系分析により、ヌツプク川の主たる涵養源が段丘地下水か札内川の伏流かを明らかにする。

トリチウム分析用試水は Fig. 8 に示した如く、ヌツプク川孵化場付近の C-1, C-2 地点と、その上流でヌツプク川と同様に湧水で涵養される札内川沿いの 2 つの小河川 (C-3, C-4, C-5 地点) で 2 ℓ を採取した。札内川からは中札内付近 (C-6) で、また、段丘地下水濃度の目安として段丘上を流れる小河川の猿別川の河水を C-7 地点で採水した。

各地点のトリチウム濃度 (Table 3) を比較すると、猿別川を除いて、ヌツプク川など札内川沿いの小河川は札内川の濃度と分析精度内でほぼ等しい。この結果はヌツプク川などの小河川が札内川の伏流地下水によって、主として涵養されていることを窺わせる。

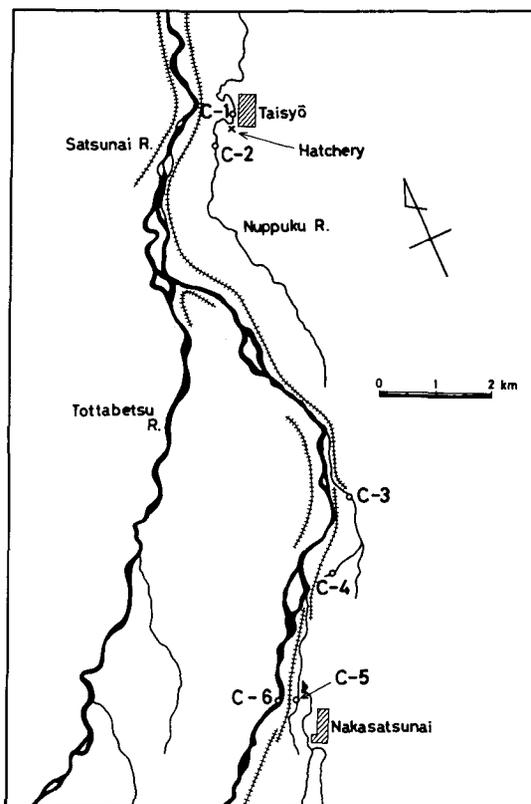


Fig. 8. Water sampling points for tritium analysis.

Table 3. Tritium concentrations of each sampling water.

Sampling station	Tritium concentration
C - 1	51.6 ± 4.5 T.U.
C - 2	51.3 ± 4.5
C - 3	42.4 ± 4.0
C - 4	45.9 ± 4.2
C - 5	48.8 ± 4.3
C - 6	46.2 ± 4.2
C - 7	40.0 ± 3.8

さらに、ヌツプク川を中心とする地域の1978年1月の等地下水水位線図をFig. 9に示した。地下水の流向はヌツプク川上流部においては、札内川、ヌツプク川とほぼ平行であるが、札内川がトツタベツ川と合流する直前の彎曲部付近では札内川からヌツプク川に伏流する流向を示している。

近年、札内川の水位低下はヌツプク川を涵養する伏流地下水の減少をもたらしたと考えられる。

## VI. お わ り に

十勝川水系における河床低下に伴う河川水位の低下は、1960年以降から継続し、かなり広範囲に及んでいる。その低下高も十勝川千代田測水所や札内川第二大川橋測水所の例に見られる様に、2mを越える処もある。

十勝川水系の河床低下は治水上は好ましいことであるが、その反面、流通の良い河川周辺の沖積層地下水の水位低下が長年の間に、徐々に進行している。

おわりに、調査に際し御援助いただいた帯広開発建設部治水課の方々に感謝致します。

## 文 献

北海道立地下資源調査所, 1971. 北海道水理地質図幅説明書, 帯広, 9, 1-46.

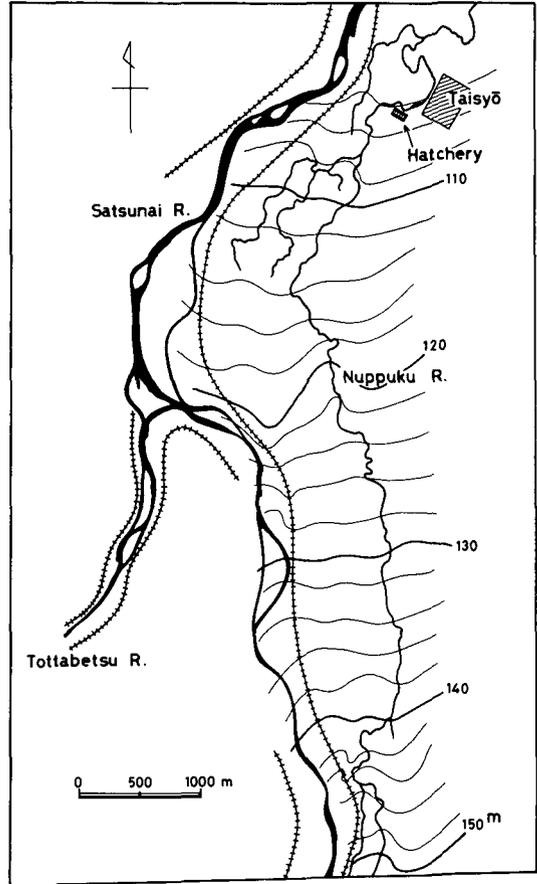


Fig. 9. The contour map of groundwater table in January, 1978.